This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

HARVARD UNIVERSITY

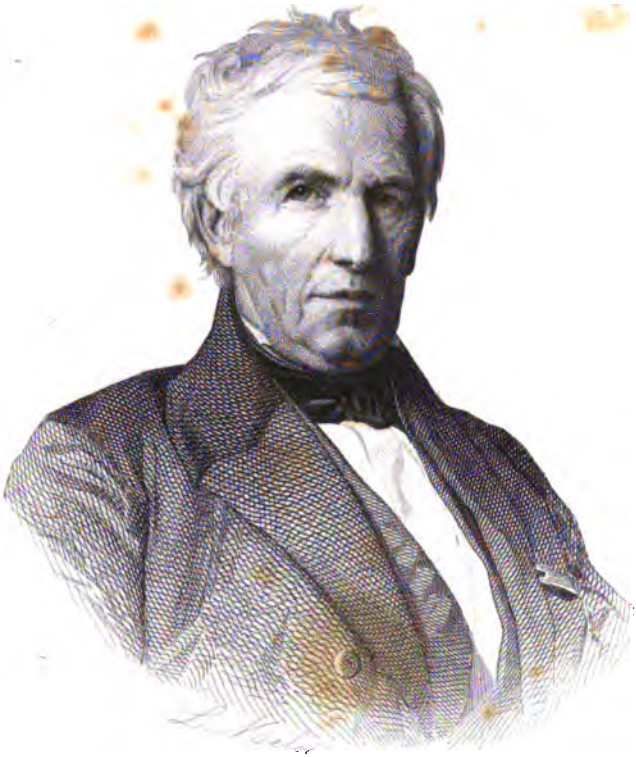
1206
Nederlandsch-Indische
Spoorweg-Maatschappij.

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DES

CHEMINS DE FER

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.



MAR[illegible]

Inventeur de la Locomotive
à grande vitesse

2e VOLUME

[illegible] DE FER

AUG. PERDONNET

[illegible]

TROISIÈME ÉDITION

[illegible]

TOME DEUXIÈME

PARIS

GAUNE[illegible] FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

[illegible]

1865

[illegible] droits réservés

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DES

CHEMINS DE FER

PAR

AUG. PERDONNET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES
ANCIEN PROFESSEUR A CETTE ÉCOLE
ANCIEN INGÉNIEUR EN CHEF DE PLUSIEURS CHEMINS DE FER
ADMINISTRATEUR DÉLÉGUÉ DES CHEMINS DE FER DE L'EST DE LA FRANCE, ADMINISTRATEUR DU CHEMIN DE FER DE L'OUEST DE LA SUISSE, MEMBRE DU COMITÉ MIXTE DU CHEMIN DE FER GUILLAUME-LUXEMBOURG
PRÉSIDENT HONORAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION POLYTECHNIQUE
MEMBRE DE LA COMMISSION IMPÉRIALE DE L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

TROISIÈME ÉDITION

REVUE, CORRIGÉE ET CONSIDÉRABLEMENT AUGMENTÉE

TOME DEUXIÈME

PARIS

GARNIER FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, ET PALAIS-ROYAL, 215

1865

Tous droits réservés

Eng 838.65.7

HARVARD COLLEGE LIBRARY
GIFT OF THE
OVERSEERS COMMITTEE
TO VISIT THE
DEPARTMENT OF ECONOMICS
Jan 31, 1929

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

DES

CHEMINS DE FER

CHAPITRE VII

ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE

DESCRIPTION

Rails et accessoires. — En général, la voie des chemins de fer se compose de rails en fer, en bois et fer ou en fonte, fixés, directement ou par l'intermédiaire de pièces en fonte, sur des traverses en bois ou sur des dés en pierre.

Les traverses sont des pièces de bois posées perpendiculairement aux rails et qui supportent les rails (fig. 1). On les a employées sur les chemins établis déjà vers le milieu du dix-septième siècle près de Newcastle. Les dés sont des pierres de forme prismatique à base carrée, posées sous chacune des files de rails (fig. 2). On s'est servi de dés pour la première fois en 1797.

Les traverses doivent toujours être employées de préférence aux dés sur les terrains de remblai, parce que le tassement de ces terrains, et, par suite, l'abaissement des rails étant inévitables, il est bien plus facile de relever une voie posée sur des traverses qu'une voie posée sur des dés. Sur le chemin de Montpellier à Cette, où

l'on avait commis la faute de se servir de dés sur les remblais, force a été de les remplacer bientôt par des traverses.

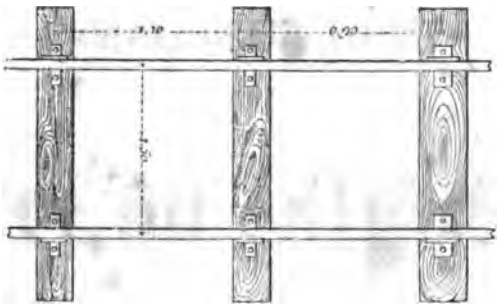


Fig. 1. — Voie sur traverses.

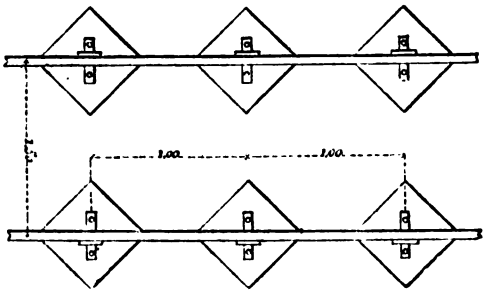


Fig. 2. — Voie sur dés en pierre.

Dans les tranchées, on pose les voies de fer tantôt sur des dés, tantôt sur des traverses. *L'usage des traverses est cependant aujourd'hui, en France et en Angleterre, presque général, même sur les terrains les plus résistants.* Les motifs de la préférence qui leur est accordée sont que les traverses relient les deux files de rails d'une même voie, de manière à en maintenir l'écartement et à en rendre le tassement moins inégal, qu'elles sont plus faciles à relever que les dés lorsque les voies s'abaissent, et enfin que, si elles sont en bois, elles jouissent d'une certaine élasticité qui rend le mouvement des voitures plus doux, circonstance qui est favorable à la conservation du matériel et diminue la fatigue des voyageurs.

Nous lisons toutefois ce qui suit dans l'intruction pour la construction des chemins de fer bavarois déjà citée :

« Les craintes qu'on avait autrefois que les dés en pierre ne nuisissent à la conservation du matériel roulant et des rails ne se sont trouvées nullement fondées pour le matériel roulant; les frais d'entretien de ce matériel ont été les mêmes sur les parties de voie posées sur dés en pierre ou sur traverses en bois. L'usure des rails, au contraire, a été reconnue plus grande toutes les fois que les rails se trouvaient réunis aux joints par des coussinets fixés sur des dés. Mais les coussinets de joints étant complétement abandonnés dans les constructions neuves et se trouvant peu à peu remplacés par des éclisses à cornières dans les voies anciennes, rien ne s'oppose plus à l'emploi des dés en pierre pour supporter les joints. Quant aux dés en pierre employés comme supports intermédiaires, on peut en faire usage sans inconvénient pour la durée des rails, même avec des coussinets.

« Pour ce qui est de la nature des pierres employées pour dés, on a reconnu une grande supériorité au granit; mais, pour économiser les frais de transport, on emploiera à l'avenir, et à titre d'essai, d'autres pierres dures, notamment le grès des vallées inférieures du Mein et de la Nagelflue dans l'Algau.

« On a renoncé à l'usage des dés en pierre dans l'intérieur des stations, sur les travaux d'art ayant au-dessus de la chape une couche de terre moindre de $0^{m},90$, et dans les parties de voies qui sont mal asséchées. »

Sur des chemins en Allemagne autres que les chemins bavarois, on se sert également de dés en pierre, mais dans certains cas particuliers. Voici ce que nous lisons dans un des meilleurs ouvrages écrits en Allemagne sur la construction, celui de M. Becker, ingénieur et professeur à l'école polytechnique de Carlsruhe [1].

« On conseille d'employer des dés en pierre sur les nouvelles lignes à construire, mais seulement dans le cas où la chaussée repose sur le terrain solide.

[1] *Der Strassen- und Eisenbahnbau in seinem ganzen Umfange, und mit besonderer Rücksicht auf die neuesten Constructionen;* von M. Becker. Stuttgard, 1855.

« On ne doit employer des dés sur les remblais que lorsque ces remblais sont faits depuis cinq ans au moins.

« Dans les courbes d'un rayon inférieur à 800 mètres les dés en pierres doivent, aux joints et au moins une fois au milieu de la longueur des rails, être réunis par des traverses, de façon que la largeur de la voie ne puisse être altérée. Cette liaison des deux files de rails cesse d'être nécessaire dans les courbes de plus grand rayon et dans les parties rectilignes, pourvu que les dés aient l'inclinaison de la voie et soient maintenus latéralement par un lit de ballast convenablement bourré.

« Il faut toujours interposer entre la voie proprement dite et les dés en pierre une substance élastique.

« Le lit de ballast sous les dés en pierre, aussi bien que sous les traverses en bois, doit avoir de 20 à 25 centimètres d'épaisseur au moins.

« En Bavière, on a essayé différents corps élastiques comme intermédiaires entre les coussinets et les dés. Le feutre goudronné, primitivement employé, se détruit trop rapidement. Des planchettes de moins de 10 millimètres d'épaisseur ne conviennent pas, quelle que soit la nature du bois. A cette épaisseur, le hêtre blanc seul a résisté, et encore fallait-il que les planchettes fussent fabriquées en bois parfaitement sain et sec, droit de fil, sans nœuds à fibres serrées, et garanti de la pourriture par une préparation quelconque.

« On a employé, à titre d'essai, des cartons serrés ayant 11 à 12 millimètres d'épaisseur; ces cartons ont été goudronnés avant l'emploi, et plusieurs couches de goudron ont été appliquées sur les bords dans le courant de l'année. On fonde un grand espoir sur les résultats de cette expérience. »

Quoi qu'il en soit de l'opinion répandue en Allemagne sur l'emploi des dés dans la construction de nouvelles lignes, les avantages des traverses nous semblent tels, qu'il nous paraît prudent d'attendre le résultat des expériences commencées dans ce pays avant de les substituer aux traverses, même sur un terrain solide.

Nous pensons aussi que, lors même que l'instruction pour les

chemins bavarois n'exclut pas l'emploi des dés sur les terrains fraîchement remblayés, cette interdiction doit être absolue.

On objecte à l'emploi des traverses en bois la nécessité où l'on se trouve de les renouveler fréquemment. C'est ce qui a conduit, comme nous le verrons plus loin, à essayer différents moyens dans le but d'en augmenter la durée, ou à leur substituer, sur quelques chemins, des traverses en fer.

Nature du bois pour traverses. — En France et en Belgique, les traverses sont, pour la plupart, en chêne, parce que ce bois est celui qui, sans être préparé, se conserve le mieux, et que, d'ailleurs, il est dans ces deux pays assez abondant. Depuis quelques années on fait un grand usage, en France, de hêtre ou de pin préparé.

En Belgique, en Allemagne et en Angleterre, on s'est servi de sapin; mais, si ce bois n'est pas très-résineux, il doit être préparé. En Angleterre, où le chêne est rare, presque toutes les traverses sont en sapin préparé. En Suisse, on emploie le mélèze sans préparation.

Au Mexique, le chemin de l'isthme de Panama est posé sur des traverses en bois de gaïac. On a reconnu que sous l'influence du climat des tropiques les autres essences de bois pourrissent rapidement.

Forme des traverses. — Tantôt les traverses sont en bois équarri; tantôt à section triangulaire, obtenue en refendant par deux traits de scie diagonaux une pièce de bois équarrie; tantôt en rondins fendus par le milieu à la scie et reposant sur le ballast par la surface plane. Dans le second cas, elles portent sur le ballast par une de leurs arêtes (fig. 3).

Fig. 3. — Sections de traverses.

Les traverses équarries sont préférables aux demi-rondes, parce qu'elles sont presque entièrement purgées d'aubier.

Les traverses triangulaires ont eu beaucoup de vogue en Angle-

terre il y a quelques années, mais on les a complétement abandonnées depuis, parce qu'elles manquent de stabilité.

Nature du métal pour les rails. — *Les rails, si ce n'est dans quelques mines d'Allemagne et sur certains railways aux États-Unis, où ils sont en bois, sont aujourd'hui tous en fonte, en fer, ou en bois et fer. La fonte, employée exclusivement jusqu'en* 1815, *est aujourd'hui complétement abandonnée sur les chemins à grande vitesse, et même sur la plupart des chemins à petite vitesse.*

Le principal défaut des rails en fonte est d'être fragiles; ceux en fer ont en outre l'avantage d'être fabriqués beaucoup plus longs (6 mètres au lieu de $1^{m},20$), ce qui diminue le nombre des joints et, par conséquent, des secousses qui ont lieu au passage des joints.

Quoique la fonte soit moins chère que le fer, les rails en fonte, à résistance égale, sont plus coûteux que ceux en fer. En effet, la fonte destinée à la fabrication des rails étant de première qualité, tandis que le fer est de seconde qualité, les rails en fonte, à poids égal, coûtent presque aussi cher que ceux en fer; mais, comme les rails en fer offrent, à dimensions égales, beaucoup plus de résistance que ceux en fonte, on les fait généralement plus légers, ce qui rend ces derniers plus dispendieux.

Le fer s'oxyde, dit-on, plus facilement que la fonte : d'où l'on concluait que les rails en fer devaient être rapidement détruits par la rouille. L'expérience a démontré que les craintes que l'on avait à cet égard n'étaient pas fondées. Les rails étant en place sur un chemin exploité, il paraît se produire des courants électriques qui en préviennent l'oxydation. Quelquefois les rails s'exfolient; mais cela n'arrive que lorsqu'ils sont mal fabriqués, c'est-à-dire lorsque la soudure du paquet qui doit être transformé en rails est mal faite, ou lorsque ce paquet est mal composé [1].

On a aussi objecté l'usure rapide du fer par le frottement. Si les rails en fonte ont l'avantage sur ceux en fer sous ce rapport, ce n'est que dans les premiers temps de leur mise en service. En effet, les rails en fonte sont toujours composés d'un croûte mince extérieure

[1] *Voir* plus loin les indications données pour la composition des paquets.

fort dure et d'un noyau plus tendre; une fois la croûte usée, le rail est promptement détruit.

On a substitué les rails en fonte à ceux en bois et fer vers l'année 1780.

Les premiers chemins avec rails en fer furent établis, en 1810, dans les houillères de lord Carlisle, en Cumberland, en même temps que d'autres avec rails en fonte. Après huit ans de service, les rails en fer étaient en meilleur état que les rails en fonte; et, dès lors, le célèbre ingénieur George Stephenson émit l'opinion que les rails en fer étaient préférables à ceux en fonte. Toutefois, malgré l'autorité de Stephenson, les rails en fer laminé eurent pendant longtemps encore de nombreux adversaires.

Forme des rails. Rails à bande plate. — Les rails à bande plate, encore employés dans quelques mines et usines, sont presque toujours en fonte. La figure 4 représente la section d'une voie posée avec ces rails. Quand l'usage en était encore général, leurs formes variaient à l'infini, et ils étaient fixés, tantôt sur longrines, tantôt sur traverses, tantôt sur dés en pierre. On a commencé à leur substituer le rail à bandes saillantes dès l'année 1789.

Fig. 4.

Rails en fer méplat. — Sur les chemins de fer temporaires établis pour l'usage des travaux de terrassement ou pour le transport des matériaux, on se sert fréquemment de simples barres de fer méplat posées de champ sur des traverses dans des encoches (fig. 5 et 6), et fixés au moyen de coins en bois.

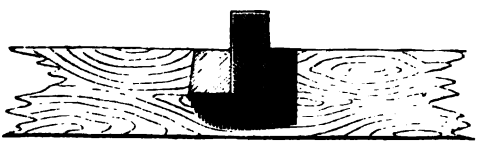


Fig. 5.

Quand les véhicules sont lourds, ce rail, pour être assez résistant, deviendrait fort pesant; d'ailleurs, il serait trop étroit et mettrait promptement hors d'usage les roues des wagons; il fléchirait latéralement sous l'action des bourrelets des roues dans les courbes,

ses joints se désaffleureraient trop facilement, et les rails du côté extérieur de la courbe se courberaient comme l'indique la figure 7. On a donc été conduit à élargir les rails en fer ou en fonte dans leur partie supérieure, afin que les roues pussent reposer sur une

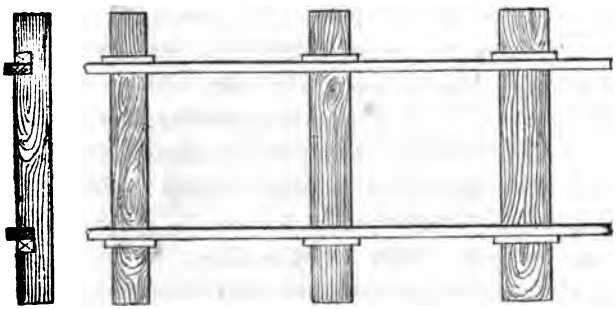


Fig. 6. — Voie en bon état.

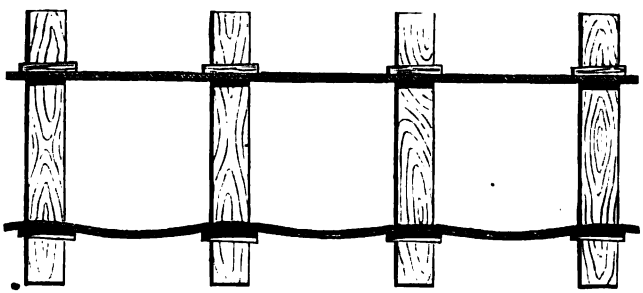


Fig. 7. — Voie déformée.

plus grande surface, et à les fixer, comme nous allons l'indiquer, sur la traverse, par l'intermédiaire de la pièce en fonte nommée coussinet ou chair, de manière à rendre le mode d'assemblage avec les traverses plus parfait. Les rails de ce genre s'appellent *rails à champignons*.

Rails à champignon. — Les premiers rails à champignon, employés sur les chemins de Saint-Étienne à Lyon et de Roanne à Andrezieux, avaient la forme représentée par la figure 8. Le coussinet se composait d'une semelle reposant sur la traverse et de deux saillies S et S' venues de fonte sur cette semelle (fig. 9). Le bourrelet, placé

au bas du rail, se logeait dans une cavité semi-circulaire ménagée dans la saillie la moins élevée, et le rail, s'appuyant sur cette saillie, était maintenu par un coin en bois C remplissant l'espace qui le séparait de l'autre saillie. Le coussinet était fixé à la traverse par des chevilles en fer.

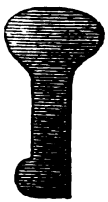


Fig. 8.

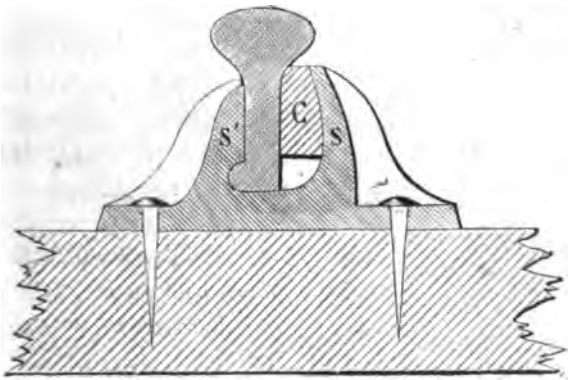


Fig. 9.

La petite saillie du coussinet était à l'intérieur de la voie, le bourrelet des roues frottait, dans les courbes, contre la face latérale du champignon la plus voisine de cette saillie, et, cette face usée, il n'était pas possible de retourner le rail bout pour bout afin de la remplacer par la face extérieure. C'est ce qui a déterminé à ajouter un second bourrelet symétriquement au premier, de manière à obtenir le rail représenté figure 10. Enfin, on a fait des rails (fig. 11) dans lesquels les bourrelets sont remplacés par un champignon absolument semblable au champignon déjà existant. Ces derniers rails peuvent se retourner non-seulement bout pour bout, mais encore sens dessus dessous. On a ainsi la faculté de substituer le champignon inférieur au champignon supérieur usé ou fatigué par l'usage.

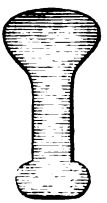


Fig. 10.

Fig. 11

Rail Coste. — La plupart de nos grandes lignes ont été établies

avec des rails à double champignon; mais il arrive que, dans ces rails, ainsi que dans ceux à simple champignon, comme l'a fort bien indiqué feu M. Léon Coste, ancien directeur des forges de Decazeville[1] et du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, le métal n'est pas homogène. Celui qui compose le champignon est moins dense, moins bien épuré que celui qui forme la tige. Pour éviter ce défaut, M. Coste avait adopté, pour le chemin de Saint-Étienne, un rail d'épaisseur uniforme (fig. 12) avec bourrelet dans le haut et dans le bas; mais comme, afin d'éviter l'emploi d'une trop grande quantité de métal, il avait été obligé d'en diminuer la hauteur, le rail se trouva trop flexible, et on revint au rail à champignon.

Fig. 12.

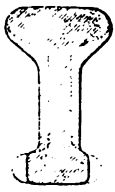


Fig. 13.

Sur le chemin de Versailles (rive gauche), on se servit de rails à simple champignon du même poids que ceux à double champignon, reportant la quantité de métal enlevée aux extrémités du champignon inférieur, partie en dessous du champignon supérieur, partie le long de la tige (fig. 13). On obtint ainsi un rail de même hauteur que le rail à double champignon, du même poids, un peu plus flexible, mais encore suffisamment rigide, dans lequel le champignon supérieur était mieux soutenu, et dont le métal, sans être entièrement homogène, était d'une qualité plus uniforme. Ce rail, à la vérité, ne pouvait pas se retourner sens dessus dessous, mais, ainsi que nous le démontrerons plus loin, cet avantage est beaucoup moins grand qu'on ne serait porté à le supposer.

Rail à patin. — En Allemagne, on emploie presque exclusivement un rail à simple champignon muni à sa partie inférieure d'une semelle au lieu de bourrelets (fig. 14). La semelle repose immédiatement sur les traverses, et le rail est fixé par des cram-

[1] *Journal de l'Industriel et du Capitaliste*, année 1836 : « Le fer, dans les rails à champignon, dit M. Coste, n'est bien comprimé que dans la partie mince du rail, mais il est refoulé dans toutes les parties arrondies et saillantes. Si on brise la barre, on remarque que la partie mince est d'un grain bien plus serré et bien plus homogène que le champignon, qui, souvent, laisse voir des parties creuses et mal soudées. »

pons. On supprime ainsi les coussinets. Ce rail est connu sous le nom de *rail américain* et sous celui de *rail à patin*. On le désigne aussi sous le nom de *rail Vignolles*, du nom d'un ingénieur anglais, M. Vignolles, qui, le premier, a employé ce rail en Angleterre.

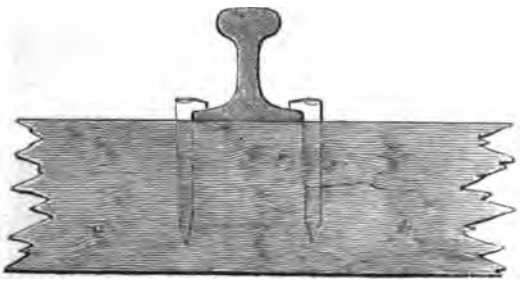


Fig. 14. — Rail à patin.

Rail Barlow. — Le rail Barlow est, comme les rails précédemment décrits, un rail tout en fer; mais sa forme diffère essentiellement de celle des rails à champignon. Ce rail est représenté figure 15. C'est une bande de fer recourbée reposant sur le sol par les points *a* et *b*. Les roues des locomotives et wagons passent sur la surface arrondie *c*. Les joints, dans ce système de voie, sont formés de doublures en fer rivées sous les rails consécutifs et reliées par une barre d'écartement en fer à cornières, *d e*. La simpli-

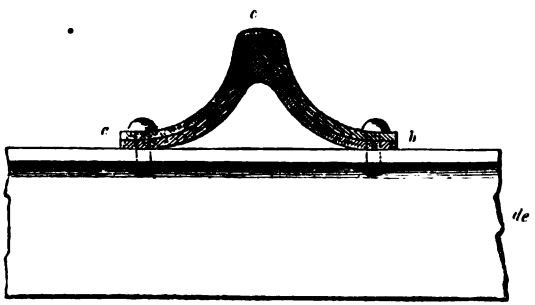


Fig. 15. — Rail Barlow.

cité de ce système, avec lequel on évite l'emploi de matériaux périsables, comme les traverses en bois, lui a valu un grand nombre

de partisans en Angleterre. Il a été employé en France sur le chemin de fer du Midi.

Rails en bois et fer. Rails à plate-bande. — Les rails ne sont pas toujours entièrement en fer. On s'est servi aussi de rails en bois et fer. En Amérique, où le bois est à très-bas prix, on a construit dans l'origine des chemins de fer à rails en bois garnis d'une mince barre de fer plate fixée au moyen de clous ou de vis à bois (fig. 16).

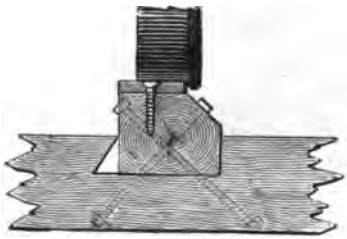


Fig. 16. — Rail à plate-bande.

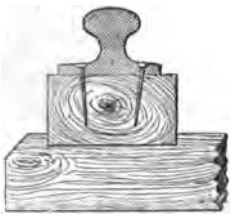


Fig. 17. — Rail sur longeron.

Rail américain à longerons.— Mais on reconnut bientôt que, le poids des véhicules devenant un peu considérable, le bois s'écrasait malgré la bande de fer qui le recouvrait, et que les vis s'arrachaient. C'est ainsi qu'on fut conduit à adopter un rail en fer plus solide, celui que nous avons déjà décrit sous le nom de rail américain. Ce rail ne fut pas d'abord placé sur les traverses sans intermédiaire, comme il l'est sur les chemins allemands; ne lui donnant qu'une faible hauteur, on le renforça au moyen de longerons en bois auxquels on le fixa à l'aide de crampons ou de vis, comme le montre la figure 17.

Sur le chemin de Philadelphie à Colombia on conserva la simple barre de fer, mais on substitua aux longrines en bois des supports continus en granit.

Rail Brunel (bridge-rail). — M. Brunel fils a le premier introduit en Angleterre, sur le chemin de fer de Londres à Bristol (Great-Western), le système des longrines. La bande de fer reposant sur longrine (fig. 18) a une base très-large qui a pour

objet de lui donner une grande stabilité, et la partie de cette bande qui est soumise à l'action des roues est parfaitement soutenue aux points où les rails à champignon s'écrasent fréquemment.

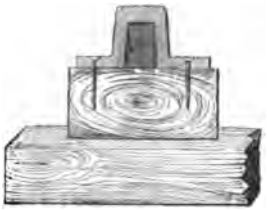


Fig. 18. — Rail Brunel sur longeron.

Nous avons passé en revue les différentes espèces de rails qui ont été employés en Europe sur une grande échelle. Nous parlerons plus loin de modifications diverses qui ont été proposées à la forme de ces rails, mais qui n'ont pas été adoptées.

Comparaison des différentes espèces de voies.

Rail en fer méplat. — L'emploi des rails en fer méplat, pour les raisons déjà exposées, est limité aux chemins temporaires ou aux voies posées dans les mines et les usines. Ce modèle ne saurait être employé sur de grandes lignes où l'on marche avec un matériel lourd traîné par des locomotives.

Rails à simple et double champignon. — Lorsqu'on se sert de rails à champignon fixés à la traverse par des coussinets, on emploie tantôt le rail à simple champignon, tantôt celui à double champignon. La plupart de nos grandes lignes en France, celles de Paris à Bordeaux, Paris au Havre, Paris à Lyon, Paris à Strasbourg, etc., ont été établies avec le rail à double champignon. Il en a été de même de certaines lignes du premier ordre en Angleterre. Le rail à simple champignon et coussinets a au contraire obtenu la préférence sur le chemin de fer de Paris à Mulhouse, le chemin d'Avignon à Marseille, les chemins piémontais, ceux du réseau lombardo-vénitien, et plusieurs chemins en Angleterre et en Belgique.

Le rail à double champignon possède, suivant ses partisans, sur les autres rails un très-grand avantage : celui d'une plus longue durée, parce que, l'un des champignons étant usé, on peut retourner le rail sens dessus dessous, et employer l'autre champignon.

L'accroissement de durée est-il bien réel, et, s'il existe, n'est-il

pas contre-balancé par certains défauts inhérents au rail à double champignon? C'est ce que nous allons examiner.

Comparons des rails à double et à simple champignon du même poids, le rail figure 10, par exemple, et celui figure 11.

Le champignon unique du rail figure 10, mieux épaulé que celui du rail figure 11, est plus solide. Le rail à simple champignon, en supposant le métal de même qualité dans les deux rails, offre, d'après la théorie, moins de résistance à la pression verticale ou latérale que celui à double table; mais le métal, avons-nous dit plus haut, est plus également comprimé dans le premier rail que dans le second. Cette uniformité de qualité ne compense-t-elle pas jusqu'à un certain point la petite différence de résistance à la pression?

Dans le rail à double champignon, il faut nécessairement que le métal soit dur et bien travaillé au sommet et à la base du rail posé sur la voie, ou, en d'autres termes, il faut que l'un et l'autre champignon soient parfaitement fabriqués. Dans le rail à champignon unique, le champignon seul exige la perfection, tandis que le pied du rail peut admettre quelques légers défauts inadmissibles dans le champignon.

Le rail à double champignon nous paraît donc plus difficile à fabriquer de bonne qualité que celui à simple champignon, et il est fort à craindre, comme le fait observer avec justesse M. Curtel, ancien élève de l'École centrale, inspecteur de la fabrication au chemin de fer de l'Est, que, pour sauver les deux champignons, le maître de forges les fasse médiocres, tandis que, portant toute son attention sur le champignon unique, il l'obtiendra de la meilleure qualité.

Certaines usines, celles de la Moselle par exemple, éprouvent quelque difficulté à fabriquer des rails à double champignon résistant aux épreuves par le choc prescrites par les Compagnies. Cela tient à la dureté qu'il faut donner au pied aussi bien qu'au sommet du rail. La même difficulté ne se présente pas pour les rails à un seul champignon. Le pied peut être en fer nerveux lorsque la tête est en fer dur. A la vérité, ces rails à simple champignon, résistant mieux au choc que ceux à double champignon, étaient peut-être

plus flexibles; mais il ne paraît pas difficile d'établir dans ces rails un rapport convenable entre la résistance au choc et celle à la flexion en variant les proportions de fer nerveux; ou bien encore on pourrait augmenter la rigidité du rail en en augmentant la hauteur. De cette manière le prix du rail serait un peu plus élevé; mais, comme avec ce rail à simple champignon on donne moins de largeur au coussinet entre les mâchoires, on peut compenser cet accroissement de prix par la diminution de poids du coussinet et ne rien changer ainsi au prix de la voie. Si au contraire le rail conservait sa hauteur, la voie à simple champignon deviendrait un peu moins coûteuse que celle à double table.

De ce qui précède il résulte qu'il pourrait bien se faire que le rail à champignon unique durât aussi longtemps que celui à double champignon. Au chemin de Versailles (rive gauche) nous avons posé la voie avec des rails à champignon unique; ces rails, d'après les ingénieurs qui nous ont succédé sur ce chemin, ont fait un excellent service et ont duré plus longtemps que ceux à double champignon des chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite) posés à la même époque et fabriqués dans la même usine avec le même fer. M. Bergeron, qui a été en même temps ingénieur en chef des deux chemins, Versailles rive droite et rive gauche, s'est particulièrement livré à une étude approfondie des rails des deux lignes, et le résultat de ses recherches s'est trouvé tout à fait favorable aux rails de la rive gauche. Il est vrai qu'à cette époque on était au début de la fabrication des rails, que le modèle des rails à double champignon de nos grandes lignes est supérieur à celui de Saint-Germain, et que le chemin de Saint-Germain a été un peu plus fatigué que celui de Versailles (rive gauche). Le fait que nous avons relaté méritait toutefois une mention.

Les rails du chemin d'Avignon à Marseille, représentés figure 19, se sont aussi parfaitement comportés.

Sur nos grandes lignes, on a retourné un nombre considérable de rails; mais la voie retournée est le plus souvent mauvaise, nuisible au matériel roulant, quelquefois même dangereuse.

Remarquons en effet que, lorsque en retournant le rail on fait prendre au champignon supérieur la place du champignon inférieur,

le champignon supérieur, déformé par le frottement, ne se loge qu'imparfaitement dans le coussinet, et que le champignon inférieur substitué au supérieur est déjà très-fatigué, car ce rail ne s'altère pas seulement par le frottement : les barres de fer fléchissant entre les appuis au passage des convois et se redressant ensuite, le bas souffre autant que le haut de ce double mouvement. Ce champignon inférieur, en outre, comprimé sur le coussinet, présente une surface de roulement inégale sur laquelle les véhicules ne passent qu'en éprouvant une série de petites secousses. Aussi observe-t-on que les rails retournés au bout de quelque années durent fort peu de temps. Il a même été constaté par M. Grenier, ancien ingénieur principal au chemin de Strasbourg, aujourd'hui ingénieur en chef des chemins luxembourgeois, que les rails, après six et sept ans d'usage, ne pouvaient plus être retournés sans se rompre presque immédiatement.

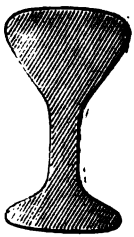


Fig. 19.

Le ministre des travaux publics écrivait à la Compagnie de l'Est en mai 1857 ce qui suit : « Messieurs, les ruptures de rails sont l'une des causes les plus fréquentes des déraillements qui surviennent dans l'exploitation des chemins de fer, et ces ruptures elles-mêmes proviennent le plus souvent de l'état de vétusté de rails que l'on a retournés après l'usure ou l'exfoliation de l'un des champignons. Ces accidents réitérés ont amené à penser que l'opération du retournement des rails est de nature à compromettre la sûreté de la circulation des trains et qu'il y avait peut-être lieu de la proscrire. »

A cette époque cependant les rails les plus vieux posés sur la ligne de Strasbourg n'avaient pas été employés pendant plus de dix ans.

Le ministre a ordonné une enquête sur la durée des rails retournés; mais cette enquête n'a pas eu lieu. Nous le regrettons.

Un grand nombre d'ingénieurs préfèrent les rails Vignolles aux rails à coussinets. Ce rail cependant ne peut pas se retourner. Ces ingénieurs n'ont donc pas attaché une grande importance aux avan-

tages que présente la faculté de retourner le rail, car, s'il en eût été autrement, ils ne les auraient certainement pas sacrifiés à l'économie réalisée sur l'établissement de la voie par l'emploi du rail à patin.

Voici enfin l'opinion de deux ingénieurs distingués au sujet du retournement, M. Couche, ingénieur en chef des mines, et M. Brame, ingénieur des ponts et chaussées.

« On a trop souvent compté, dit M. Couche, sur l'avantage du retournement, qui, en réalité, *a bien peu de valeur* aussitôt qu'il s'agit de rails ayant un service de quelques années. Le retournement peut présenter quelque intérêt pour les rails neufs, qui, par suite d'un accident quelconque, ont subi quelque détérioration sur une de leurs faces; mais la proportion des rails qui se trouvent dans ce cas est bien faible, actuellement surtout que l'on n'est plus réduit à établir les terrassements avec les rails qui doivent servir plus tard à l'exploitation. »

« Le rail Vignolles n'a pas, il est vrai, comme le double champignon, dit M. Brame, la propriété du retournement sens dessus dessous; mais cette propriété, sur laquelle on avait beaucoup trop compté, n'a pas donné tous les résultats qu'elle paraissait promettre dès le début. On a pu se convaincre, en effet, que les rails retournés ne produisaient plus qu'un service fort médiocre et qu'ils étaient exposés à de fréquentes ruptures. De plus, les calculs ont démontré que l'économie résultant, dans la pose Vignolles, de la suppression des coussinets, ajoutée aux intérêts accumulés pendant la durée première de la voie, était supérieure au bénéfice produit par le retournement. »

Il y a quinze ans cette question du mérite relatif des rails à coussinets à double ou simple champignon divisait déjà les hommes de l'art. Le gouvernement belge envoya alors en Angleterre deux ingénieurs distingués, M. Prisse et M. Cabry, pour l'étudier. Voici l'extrait d'une lettre que nous écrivait M. Prisse à son retour d'Angleterre :

« Nous sommes revenus d'Angleterre, M. Cabry et moi, tout à fait convertis au système de rails que vous avez adopté depuis longtemps. Je partageais déjà votre manière de voir; mais M. Cabry était partisan des rails à double bourrelet symétrique.

« Nous avons vu des rails pesant jusqu'à 82 livres par yard. Mais ce ne sont pas ceux que nous avons trouvés les meilleurs. Depuis notre retour, on a adopté en Belgique un rail analogue aux vôtres, pour une fourniture de 6,000 tonnes qui a été adjugée dernièrement. — Le chemin Grande-Jonction, en Angleterre, remplace tous les rails usés par des rails à simple champignon.

« *Les opinions sur les avantages respectifs des rails à simple et à double champignon sont donc très-partagées. Nous inclinons pour les rails à simple champignon.* »

Rail à patin. — Le rail à patin fait une sérieuse concurrence aux rails à coussinets. Il est à peu près le seul en usage sur les chemins allemands et sur les chemins suisses. Le rail à coussinets ne se rencontre en Allemagne que sur quelques chemins de l'État prussien et sur le chemin d'Aschaffenbourg à Bamberg. Le rail à patin a été adopté aussi sur une de nos lignes les plus importantes, celle du Nord, sur le chemin du Bourbonnais, sur les chemins de Strasbourg à Bâle, Nancy à Vesoul, et Thionville à la frontière luxembourgeoise.

On lui adresse les reproches suivants :

1° Il est plus difficile de fabrication que les rails à coussinets.

2° La pose de la voie avec rails à coussinets est plus facile et plus expéditive.

3° En cas de rupture d'un rail, le remplacement avec le rail à coussinets peut se faire beaucoup plus rapidement.

4° Le rail à double champignon peut se retourner, ce qui ne peut avoir lieu avec le rail à patin.

5° Le rail étant monté sur coussinets en fonte, on peut enfouir les traverses profondément dans le sol, ce qui tend à consolider l'ensemble de la voie tout en conservant le bois pendant un laps de temps plus long qu'en le laissant exposé à l'air.

7° L'attache au moyen de crampons n'est jamais suffisamment solide. Le rail à patin, lorsque le crampon prend du jeu, se déverse ou se déplace latéralement. Il faut alors percer d'autres trous pour changer les crampons de place, ce qui, au bout de quelque temps, compromet la résistance de la traverse, qui pourrit beaucoup plus promptement.

8° On peut déplacer le coussinet en changeant l'entaille, tandis qu'on ne peut modifier l'entaille dans laquelle repose le rail à patin.

Il est vrai que nos maîtres de forges ont éprouvé dans l'origine certaines difficultés à fabriquer le rail à patin. Aujourd'hui ces difficultés n'existent plus. La fabrication du rail à patin est devenue courante aussi bien que celle des rails à coussinets.

Les observations n° 2 et 3 sont justes. Le rail à coussinets se pose ou se remplace plus facilement que le rail Vignolles; mais on est parvenu, à l'aide de certains outils, et surtout de certaines modifications dans le moyen d'attache, à poser et remplacer le rail Vignolles avec une rapidité suffisante.

Nous avons déjà apprécié la valeur de l'objection n° 4, faite au rail Vignolles, de ne pouvoir être retourné.

Le fait signalé n° 5 est exact; mais en Allemagne on prétend que les traverses découvertes, surtout si elles sont dépouillées d'aubier, se conservent plus longtemps que celles enterrées dans le ballast. Les traverses dans les voies américaines peuvent d'ailleurs être recouvertes de quelques centimètres de ballast. C'est ce qui a lieu au chemin du Nord, où elles ne sont pas découvertes comme sur les chemins allemands.

L'objection n° 7 paraît plus sérieuse que les précédentes. Au chemin d'Épinal, sur lequel cependant la circulation n'est pas très-active et où la marche n'a pas lieu à de très-grandes vitesses, on a remarqué un élargissement de la voie d'environ un centimètre provenant du déplacement latéral du rail à patin attaché à la traverse par des crampons. Au chemin du Nord, ce déplacement, sur des voies déjà en service depuis plusieurs années, n'a pas eu lieu, du moins il ne nous a paru sensible sur aucune des parties de ces voies que nous avons visitées. Les ingénieurs de ce chemin prétendent qu'il ne peut provenir que d'une pose défectueuse, de défaut dans les crampons dont on se sert le plus généralement, ou de la qualité du bois des traverses.

On a essayé les rails à patin pour la première fois en France sur le chemin de Saint-Germain, et on leur reprochait alors d'être renversés ou déplacés par la pression latérale du bourrelet des roues,

cet effet se produisant surtout dans les courbes. On a certainement, depuis lors, augmenté la résistance de ce rail au déplacement, soit en élargissant la base, soit en perfectionnant le mode d'attache à la traverse. Il y paraît toutefois un peu plus exposé que le rail à champignon. Cela tient à ce que les poussées latérales des roues sont transmises sans intermédiaire aux crampons, qui seuls doivent y résister, tandis qu'avec les coussinets, ces poussées, amorties par les coins, sont combattues par la résistance des chevillettes.

Les crampons s'opposent moins efficacement que les coins au déplacement *longitudinal* du rail, et l'on ramène plus facilement les rails en place quand ils sont fixés par des coins que lorsqu'ils le sont par des crampons. Mais on remédie à ce défaut des rails à patins, soit en entaillant le patin du rail et logeant dans l'entaille les crampons d'une des traverses intermédiaires, comme on l'a fait au chemin de Bâle (fig. 20), soit en s'opposant à ce mouvement par

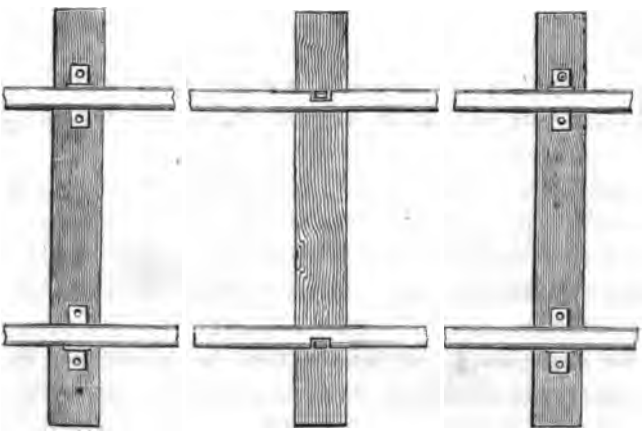


Fig. 20. — Voie du chemin de Bâle à Strasbourg.

des cales enfoncées dans la traverse de joint (fig. 21), suivant une disposition adoptée au chemin de fer du Nord.

On a dit que l'*éclissage* se faisait dans de meilleures conditions avec le rail à patin qu'avec celui à coussinets. C'était vrai lorsqu'on se servait exclusivement d'éclisses proprement dites; mais l'emploi

du coussinet-éclisse, que nous décrirons plus loin, a changé l'état de la question.

Quant à la résistance du rail, elle est au moins aussi grande dans le rail à patin que dans celui à double champignon.

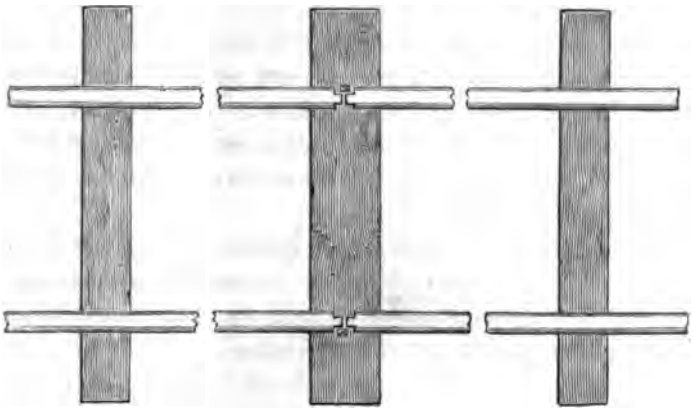


Fig. 21. — Voie du chemin du Nord.

Le rédacteur de l'instruction sur les chemins bavarois s'exprime de la manière suivante sur les avantages respectifs des rails à coussinets et des rails à large base (rails à patin) :

« Deux systèmes de rails ont été principalement employés jusqu'à ce jour : les rails à coussinets et les rails à base large. L'expérience n'a pas prouvé de supériorité absolue en faveur de l'un ou de l'autre système, quand on peut se servir de *traverses en bois de l'essence voulue*.

« La simplicité du système de voies et les dépenses moindres de premier établissement parlent en faveur des rails à base large. Une sécurité et probablement une durée plus grande des rails recommandent le rail à coussinets.

« Avec des dés en pierre de bonne qualité, les rails à base large méritent la préférence, puisqu'ils reposent sur une surface plus grande.

« Quand on n'a pas uniquement des traverses en chêne à sa disposition et qu'on est forcé de se servir du pin résineux pour traverses intermédiaires, les rails à base large présentent une sécurité

suffisante, pourvu toutefois que l'on ait soin : 1° d'employer des éclisses à cornières pour faire les joints; 2° d'intercaler une traverse en plus par longueur de rail dans les courbes ayant moins de 440 mètres de rayon; 3° enfin si l'on a soin de garnir de platines en tôle trois traverses au moins par longueur de rail dans les courbes extérieures ayant moins de 580 mètres de rayon; le tout dans la supposition que les rails ne sont pas fixés avec des chevilles en spirales, mais avec des chevilles rectangulaires à crochet.

« *Quand on se trouve forcé de se servir uniquement de traverses en pin ou en sapin, on fait bien de donner la préférence au système de rails avec coussinets.* »

De ces instructions il résulte qu'en Bavière on considère comme nécessaire de consolider la voie dans les courbes de petit rayon pour empêcher le déplacement du rail, du moins toutes les fois qu'on n'emploie que des chevilles à crochet.

Les chevilles en spirales sont des chevilles tordues, de manière à entrer sans effort dans la traverse. Elles sont d'une extraction difficile, et on ne saurait en conseiller l'usage.

Le rail à patin possède surtout l'avantage du bon marché. L'économie sur le rail à double champignon est, au Nord, d'environ 4,800 *fr. par kilomètre.*

En résumé, nous admettrons que le rail à patin peut être avantageux pour tous les chemins où, comme sur les chemins allemands, le trafic n'est pas excessivement actif et où la marche des trains n'est pas excessivement rapide. Pour ce qui est des lignes où la circulation atteint celle de notre chemin du Nord et où elle a lieu à d'aussi grandes vitesses, la question est encore à l'étude.

Les ingénieurs de ce chemin ne doutent pas du succès, et nous sommes disposé à partager leur opinion. Près de 500 *kilomètres sont déjà posés sur le Nord dans ce système, et une partie de ces voies existant déjà depuis cinq années ont donné toute satisfaction.*

Quelques ingénieurs repoussent l'emploi du rail Vignolles sur des traverses en pin ou en sapin, dans lesquelles les crampons tiennent mal. Les voies en fer du midi de la Suisse ont été néanmoins posées sur des traverses en mélèze, et se comportent bien.

Mais le mélèze (pinus laryx) est un pin d'une qualité supérieure.

Depuis longtemps MM. Lechatelier et Couche s'étaient prononcés avec raison pour le rail Vignolles.

Rail Coste. — *Le rail Coste, représenté figure* 12, *page* 10, *n'a été employé que sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon, et par les raisons déjà données il y a été bientôt abandonné.*

Rail Barlow. — *Le rail Barlow est également abandonné.*

On lui reproche :

1° D'être moins élastique que le rail à champignon, puisqu'il repose sur le ballast, tandis qu'entre les points d'appui les rails ordinaires sont pour ainsi dire suspendus au-dessus, et qu'à l'endroit de ces points d'appui ils reposent sur les traverses en bois, qui sont élastiques;

2° D'exclure jusqu'à un certain point l'emploi des pierres concassées comme ballast;

3° De se détruire par les effets de l'instabilité de la voie et par suite du relâchement dans les assemblages et de la mobilité de tous les éléments;

4° D'être beaucoup plus difficiles à fabriquer que les rails ordinaires, surtout avec les fers durs qui doivent entrer dans la composition des rails pour résister aux frottements;

5° De s'écraser;

6° De ne pas se prêter à la dilatation et d'être exposés par conséquent à se courber dans les temps chauds;

7° De ne pouvoir être utilisés aussi facilement que les rails ordinaires pour les travaux de terrassement, qui nécessitent souvent des voies d'une très-petite courbure.

Les partisans du rail Barlow répondent :

1° Que la forme même du rail Barlow doit lui donner l'élasticité nécessaire; et ce qui tendrait à le prouver, ajoutent-ils, c'est qu'on a observé en Angleterre, sur une voie Barlow, que les trains lors de leur passage produisent un bruit sourd qui n'est pas désagréable et qui indique une absence de trépidation, preuve d'elasticité;

2° Que le nombre des assemblages sur une voie ordinaire est plus grand que sur la voie Barlow;

3° Que l'on n'a pas remarqué en Angleterre que les rails Barlow fussent sujets à s'écraser;

4° Que l'enfouissement du rail Barlow dans le ballast s'oppose à ce qu'il s'échauffe et se dilate; que M. Barlow avait, dans l'origine, relié les rails, tous les 90 mètres, au moyen de boulons traversant des trous ovales. Mais que, la dilatation n'ayant été sur cette distance que de 3 à 4 millimètres, il avait supprimé les boulons pour les remplacer par des rivets.

5° Que M. Brunel a affirmé, d'après une expérience de deux années, que le rail Barlow ne se détériorait pas plus rapidement que le rail ordinaire.

M. Barlow néanmoins avait trouvé fondées certaines objections faites à son système, puisqu'il avait remplacé les barres d'écartement en fer-cornière par de petites traverses en bois au nombre de trois par rail de 5 à 6 mètres de longueur et renoncé ainsi à un des principaux avantages de son système, celui d'exclure complétement le bois de la composition de la voie.

Toujours est-il que le rail Barlow est aujourd'hui généralement rejeté.

La difficulté de le fabriquer avec des fers durs résistant au frottement est incontestable, et parmi les objections qui lui sont faites il en est une dont nous n'avons pas encore parlé et qui est grave : c'est que, pour former le noyau de ballast qui doit remplir le rail, il faut un ballast d'une qualité particulière que l'on ne rencontre pas toujours; la pierre concassée, par exemple, ne pourrait être employée avec le rail Barlow, et cependant c'est, dans un assez grand nombre de localités, la seule variété de ballast que l'on puisse se procurer à un prix modéré.

Rails en bois et fer. — *En Europe, les rails en bois et fer sont entièrement abandonnés*, du moins pour la construction des chemins de quelque importance.

La voie Brunel avait été employée pour la construction des chemins badois, des chemins de Dôle à Salins, de Gray à Saint-Dizier, de Bordeaux à Bayonne, et de Paris à Auteuil. Sur tous ces chemins on remplace le rail Brunel par le rail à champignon avec ou sans coussinet.

Au premier abord le système des longrines est assez séduisant. En effet, les rails supportés uniformément dans toute leur longueur paraissent placés dans de meilleures conditions que ceux qui ne le sont que de distance en distance.

La voie sur longrines est plus douce que celle sur rails ordinaires; enfin elle est sans danger dans le cas de rupture d'un rail.

Mais, d'un autre côté, les joints sont très-imparfaits, les longrines sont sujettes à se déverser, surtout dans les courbes de petit rayon, et elles sont coûteuses de fabrication. On ne peut, comme pour les traverses, y employer des bois bruts ou grossièrement équarris. Exigeant plus de façon, elles ne peuvent être faites que par des ouvriers spéciaux que l'on n'a pas toujours sous la main et qui coûtent fort cher. Le mode d'attache des rails sur les longrines est compliqué et toujours plus ou moins défectueux; le relevage d'une voie de ce système est plus difficile que celui d'une voie posée sur traverses. Régnant sur toute la longueur de la voie, les longrines gênent l'écoulement des eaux de la chaussée vers les fossés.

Le rail Brunel se plie difficilement suivant l'arc des courbes. Il se prête moins bien que les rails à champignons aux exigences des voies de terrassement, et les entrepreneurs s'en servent souvent pour ces voies sans interposition de longrines. Il se brise alors très-facilement.

Au chemin de Blesmes à Gray, plus de cinq mille rails Brunel ont été ainsi détruits sur une petite longueur de voie en très-peu de temps; enfin le métal paraît beaucoup plus fatigué dans la fabrication que celui des rails ordinaires, et on parvient difficilement pour ces rails, comme pour ceux du système Barlow, à obtenir une surface de roulement suffisamment dure.

Sur le chemin de Blesmes à Gray et sur celui de Dôle à Salins on a interrompu les longrines entre les traverses afin de faciliter le passage de l'eau; il en est résulté, comme il était facile de le prévoir, une voie fort mauvaise.

On a essayé sur quelques chemins, en Allemagne, le rail Brunel portant seulement sur des appuis transversaux, comme le rail ordi-

naire; cette application peu rationnelle du *bridge-rail* n'a obtenu aucun succès.

Les objections faites au rail Brunel s'appliquent en partie au rail en bois et fer du modèle figure 16, page 12.

Le rail Brunel est employé exceptionnellement sur le tablier des ponts et sur les plaques tournantes.

Après avoir comparé les différentes espèces de rails au point de vue de leur forme, nous entrerons dans quelques détails sur l'établissement de la voie avec ces rails.

DÉTAILS SUR L'ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE.

Assemblage du rail et du coussinet. — On distingue dans les coussinets (fig. 22) : la semelle, sur laquelle portent les rails; les

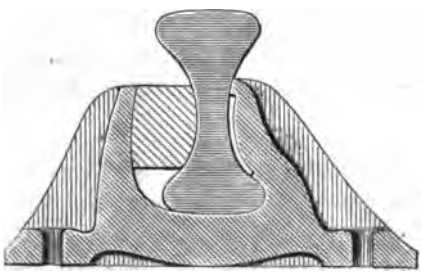


Fig. 22.

joues, qui maintiennent le rail latéralement, et les nervures, destinées à consolider les joues.

Les rails sont fixés entre les joues des coussinets au moyen de clefs en fer ou de coins en bois. Aujourd'hui les clefs en fer sont totalement abandonnées, parce qu'elles brisent fréquemment les coussinets et ne maintiennent d'ailleurs pas les rails aussi bien que les coins en bois. En général, on place les coins du côté extérieur de la voie, afin que la pression que les bourrelets des roues exercent sur les rails, surtout dans les courbes, soit transmise à la joue du coussinet par l'intermédiaire d'un corps compressible. Cette disposition permet aussi de donner aux coins une plus grande hauteur et de les recouvrir entièrement de ballast.

Assemblage du coussinet et de la traverse. — *Les coussinets sont ordinairement fixés sur les traverses au moyen de chevillettes en fer* (fig. 23). A cet effet, la semelle est percée de deux ou quelquefois de trois trous circulaires.

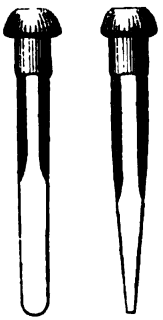


Fig. 23.

Pour saboter une traverse, c'est-à-dire pour y attacher les coussinets, on commence par fixer ces coussinets, au moyen de coins, sur deux bouts de rails assemblés par des vis aux deux extrémités d'une barre de fer. Cet appareil, appelé gabarit, est disposé de manière que les bouts de rails occupent, l'un par rapport à l'autre, exactement la même position que les rails de la voie. On fait reposer le gabarit portant les deux coussinets sur la traverse, et l'on trace les entailles qui doivent recevoir ces coussinets. On enlève le gabarit, on exécute les entailles et on les retouche jusqu'à ce que les semelles reposent bien exactement sur la traverse; on perce les trous de chevillettes, et l'on enfonce ces chevillettes à coups de masse; enfin on enlève les coins et le gabarit.

Si le sabotage n'est pas fait avec le plus grand soin, la voie manque de régularité. En général, on sabote en chantier, afin de pouvoir mieux surveiller les ouvriers; quelquefois on a transporté les traverses brutes sur la voie, et on les a sabotées en place.

La chevillette est amincie à son extrémité; quand on emploie ce modèle, le trou de tarière ne doit pas avoir toute la longueur de la tige, afin que la pointe puisse entrer dans le bois en coupant les fibres; mais il faut, pour ne pas fendre la traverse, que la plus grande largeur de la pointe soit perpendiculaire aux fibres, et il est bon de faire venir de forge à la tête un petit bourrelet qui indique la direction à donner à la chevillette.

Sur plusieurs grandes lignes, les chevillettes n'ont pas de pointe, et le corps est cylindrique ou prismatique sur toute sa longueur. Il paraît qu'à longueur égale ces dernières chevillettes tiennent mieux dans la traverse.

On reproche aux chevillettes en fer de s'altérer par l'oxydation due aux eaux qui séjournent dans les trous des coussinets, et par

les chocs qu'elles subissent au passage des trains quand elles ne remplissent pas exactement ces trous.

Chevilles en bois. — On a employé sur le chemin de Londres à Douvres, en Angleterre, sur ceux de Montereau à Troyes, de Tours à Nantes et de Blesme à Gray, en France, des chevillettes en bois comprimé. Sous l'action de l'humidité, ces chevillettes se gonflent et emplissent bien exactement les trous des coussinets. La figure 24 représente une chevillette en bois avant qu'elle ait été comprimée; la figure 25, la même chevillette après qu'elle a subi l'opération de la compression.

Au chemin de Montereau à Troyes, les chevillettes en bois se sont pour la plupart pourries et rompues à la jonction du coussinet et de la traverse, et on les a remplacées par des chevillettes en fer.

Fig. 24.

Fig. 25.

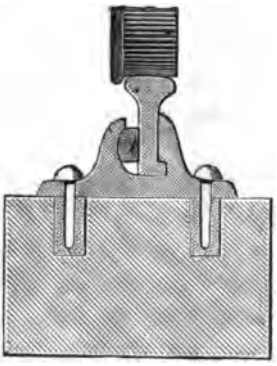


Fig. 26.

Quand, au lieu de traverses, on fait usage de dés en pierre, on perce, au droit des trous des coussinets, des trous dans le dé, et l'on y chasse des chevilles en bois dans lesquelles on enfonce les chevillettes en fer (fig. 26).

Sur le chemin d'Aschaffenbourg à Bamberg, où l'on emploie un rail à double champignon, le coussinet est fixé à la traverse au moyen de longs clous barbelés enfoncés dans des bondes coniques en bois, qui remplissent exactement les trous du coussinet.

Sur plusieurs chemins français, celui de l'Ouest par exemple, on

substitue depuis quelque temps, pour fixer le coussinet à la traverse, les vis à bois aux chevillettes.

Assemblage des rails à patin et des traverses. — Les rails à patin sont fixés aux traverses quelquefois au moyen de boulons ou de vis (fig. 27), le plus souvent au moyen de crampons à talons (fig. 28). Les boulons forment le mode d'attache le plus solide, mais ils présentent plusieurs inconvénients : si l'écrou est en-dessous, ils sont difficiles à enlever; si, au contraire, il est en dessus, il faut donner au rail une grande hauteur, afin que les boudins des roues ne viennent pas les rencontrer. Enfin les boulons, passant au travers de trous percés dans les pattes du rail, ne peuvent être changés de place.

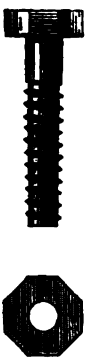


Fig. 27.

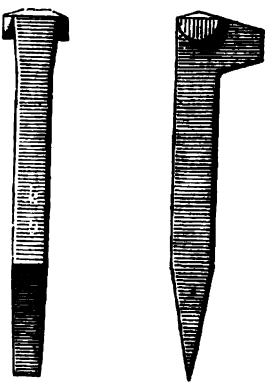


Fig. 28.

On a, en Amérique, employé les vis en les fixant comme les boulons au travers du rail; cette disposition est vicieuse. Quand on se sert de vis, elles doivent être enfoncées dans la traverse à côté du rail, dont elles serrent le patin au moyen de leurs têtes.

Les crampons ont un défaut grave, celui d'être difficiles à arracher et de se décapiter quand on les enfonce sans précaution en frappant trop violemment avec la masse. Aussi les remplace-t-on aujourd'hui au chemin de fer du Nord par des vis à bois ou tire-fonds goudronnés que l'on serre ou desserre à volonté et que l'on extrait plus facilement. Comme il est à craindre que les ouvriers ne

cherchent quelquefois à les enfoncer avec le marteau et ne brisent alors les pas de vis, on avait eu l'idée de surmonter la tête de la vis d'une petite pointe conique que les ouvriers auraient écrasée avec le marteau, mais on n'a pas réussi. Les fabricants ne sont pas parvenus à livrer ces vis avec tête conique à un prix raisonnable. L'expérience n'a pas encore prononcé sur le mérite des tire-fonds.

M. Maniel, ancien ingénieur en chef des travaux au chemin de fer du Nord, aujourd'hui directeur des chemins de fer autrichiens, ne partage pas l'opinion de son successeur au chemin du Nord, il ne croit pas au succès des vis. Voici dans quels termes il s'exprime à leur sujet [1] : « La grande résistance des crampons à l'arrachage et les ruptures qui en résultaient ont conduit, sur le chemin de fer du Nord, à substituer les tire-fonds aux clous à crampons. Ces tire-fonds, à très-large tête, qui ont un pas de vis très-court, et qui sont mis en place avec une clef, n'auront probablement pas les inconvénients des tire-fonds du chemin de fer du Sommering, qui manquaient de solidité parce que leur tête était trop peu développée, que le pas de vis était trop long et que souvent la vis était enfoncée au marteau; mais il est évident que l'arrachage n'exigera pas moins de temps que pour les crampons, et on peut prévoir que si on faisait agir sur eux la clef aussi souvent qu'on a fait agir le marteau sur les crampons, on aurait bientôt arraché les cloisons ligneuses qui correspondent aux creux de la vis, et on peut douter, pour le cas, que les vis soient plus satisfaisantes que les crampons.

« Si, au contraire, on évite de fatiguer les vis, et on le pourra dès qu'on aura pris des mesures efficaces pour arrêter la marche longitudinale des rails, ce qui, pendant longtemps, n'a pas été fait, on doit être certain que les tire-fonds résisteront bien; mais, dans ce cas aussi, un bon crampon est pleinement satisfaisant et a l'avantage d'admettre, pour arrêter les rails, des entailles rectangulaires beaucoup plus efficaces que les entailles arrondies qu'exige l'emploi des vis. »

De ce qui précède il résulte que les ingénieurs les plus compétents ne sont pas d'accord sur les avantages respectifs de l'assemblage

[1] *Annales des ponts et chaussées*, juillet et août 1861.

du rail à patin au moyen de crampons ou au moyen de vis; la question est à l'étude.

Plaques interposées aux joints. — En Allemagne on place toujours sous les joints des voies Vignolles une platine en fer (fig. 29), portant à l'extérieur de la voie une saillie contre laquelle s'appuie latéralement le patin. Les quatre crampons de joints traversent cette platine, qui les rend solidaires et s'oppose efficacement aux poussées latérales, tout en empêchant la pénétration des bois par les abouts des rails. En France, sur le chemin du Nord, on a supprimé cette platine, qui donne un peu de dureté à la voie quand les crampons prennent du jeu. Elle n'est pas nécessaire, prétendent les ingénieurs de ce chemin, car les éclisses, rendant le rail pour ainsi dire continu, il y aurait tout autant de raisons pour placer les platines sur les traverses intermédiaires que sur celles de joint. Nous ne saurions admettre cette parfaite continuité du rail et pensons qu'il est utile, jusqu'à plus ample expérience, de maintenir l'emploi des platines. M. Maniel est aussi de cet avis; et voici comment il motive son opinion : « Il est indispensable, surtout pour les voies avec rails à patin, de prévenir le déplacement longitudinal des rails, et on obtient *infailliblement ce résultat* en ayant soin de les retenir par des entailles correspondant aux clous, *surtout si l'on combine ces entailles avec l'emploi d'une plaque en fer.*

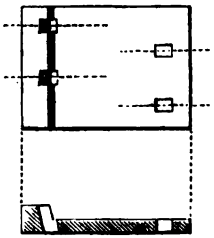


Fig. 29.

« Les entailles se font pour les quatre clous d'une même traverse, et, sur chaque rail, les deux entailles sont séparées dans le sens de la longueur du rail de $0^m,040$ l'une de l'autre, parce que, dans le clouage sur chaque traverse, on a toujours soin d'enfoncer les deux clous du même rail sur une ligne oblique par rapport à l'axe de la traverse, afin de diminuer les chances de fendre le bois. On fait les entailles généralement vers le milieu de la longueur du rail, pour que l'effet alternatif des dilatations et contractions vers chaque extrémité soit un minimum.

« Maintenant, si l'on suppose ces entailles faites et le clouage exécuté de manière que les clous y pénètrent exactement, il est évident

que ce rail ne pourra se déplacer longitudinalement qu'en entraînant les traverses correspondant aux entailles ou en coupant les clous, deux effets qui ne sont pas à redouter, comme l'expérience le prouve.

« Mais il faut un clouage bien précis. Or cette précision est assurée si, pour la traverse correspondant aux entailles, on emploie des plaques de fer qui, fixant invariablement la position des clous, en assurent l'engagement parfait dans les entailles du patin. C'est une des raisons de l'emploi de ces plaques.

« Les plaques ont un autre avantage, c'est de rendre les clous solidaires d'un côté à l'autre de chaque rail. Dans les conditions ordinaires, l'action des rebords des roues sur les rails tend à élargir la voie. Si le rail Vignolles est cloué directement sur les traverses, les clous extérieurs de chaque cours de rails résistent seuls pour s'opposer à ce mouvement, et il peut même arriver alors, si les traverses sont en bois tendre ou pourries, que le patin se dégage des crampons intérieurs, ce qui exposerait les rails à être renversés.

« Si au contraire on interpose des plaques de fer, alors les clous intérieurs sont rendus solidaires de ceux extérieurs, comme cela a lieu par l'effet d'un coussinet sur les voies avec rail à double champignon, et le rail est parfaitement stable. Mais, comme l'expérience a démontré que les clous extérieurs présentent à eux seuls une résistance à peu près suffisante contre les effets que nous venons de signaler, on n'emploie jamais, en sus des plaques de joint, qu'une plaque de milieu pour chaque longueur de rail dans les chemins de fer à grands alignements et avec traverses en bois dur; la plaque intermédiaire elle-même est souvent supprimée et elle peut l'être à la rigueur, à la condition de bien soigner le clouage surtout vis-à-vis des entailles.

« Nous ne connaissons guère que le chemin de fer du Nord qui soit allé jusqu'à supprimer les plaques aux joints. Les joints, même éclissés, sont toujours la partie faible de la voie, c'est toujours là que sont les actions les plus énergiques de destruction, occasionnées par le passage des trains; il est donc utile d'y accumuler les précautions; en ce point la plaque de joint a, outre l'avantage de ren-

dre ces quatre clous solidaires, celui d'être une sorte de supplément d'éclissage.

« Avec ces précautions les clous tiennent très-bien, on n'est plus forcé de les frapper incessamment avec le marteau, et ils résistent parfaitement. »

Les ingénieurs les plus expérimentés ne sont donc pas d'accord sur la nécessité de poser une plaque métallique sous les joints des rails à patin; nous croyons utile, jusqu'à plus ample expérience, de la conserver.

Assemblage des rails Brunel. — Les rails Brunel sont fixés aux longrines également au moyen de boulons, de crampons ou de vis (fig. 30, 31 et 32).

Les crampons sont enfoncés dans la longrine en dehors du rail; leur tête vient s'appuyer sur les pattes de ce rail. Ils permettent ainsi la dilatation du rail et peuvent être changés de place; mais ils font fréquemment fendre les longrines.

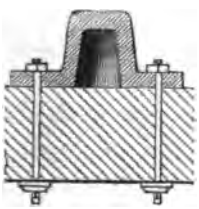


Fig. 30.

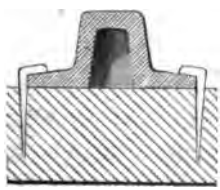


Fig. 31.

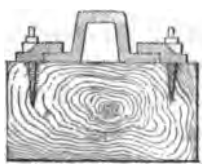


Fig. 32.

Quel que soit le mode d'assemblage des rails et des longrines, il faut placer sous les joints des rails des plaques en fonte ou en fer; sans cette précaution, le bois s'écrase en fort peu de temps.

Au chemin d'Auteuil, les rails sont fixés sur les longrines au moyen de petites pattes en fonte serrées par des vis à tête carrée (fig. 32).

Différentes variétés de coussinets. — Les coussinets employés dans les voies ordinaires ont des formes variées que nous allons décrire. En général, la petite joue contre laquelle s'appuie le rail est évidée intérieurement, comme l'indique la figure 33. Diminuant ainsi la surface de contact, on a plus de chances de l'obtenir bien

unie. Généralement aussi on évide le coussinet en dessous, afin d'en diminuer le poids. Anciennement, la face inférieure du coussinet, sur laquelle repose le rail, était parallèle à la face qui repose sur la traverse. Le coussinet était logé dans une entaille faite à la traverse (fig. 33), et on donnait au fond de l'entaille une inclinaison de 1/20 vers l'axe de la voie, en sorte que la surface du champignon supérieur avait la même inclinaison. Cette inclinaison est aussi celle des roues coniques en usage sur les chemins de fer. La surface du rail étant plate, la roue reposait sur toute son étendue: cette surface étant bombée, la roue ne repose que sur le sommet du champignon, au-dessus de la tige. On a reconnu qu'il était fort difficile d'obtenir des charpentiers assez de précision pour que l'inclinaison de l'entaille fût toujours exactement de 1/20, et on a remplacé l'entaille à fond incliné par une entaille à fond horizontal. On donne alors l'inclinaison au rail en la donnant au moulage à la face intérieure du coussinet, sur laquelle repose le rail (fig. 34).

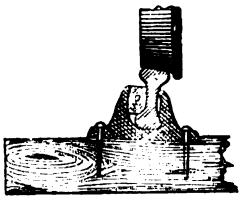


Fig. 33.

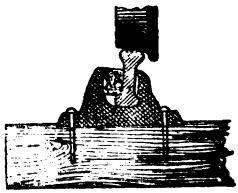


Fig. 34.

Aux chemins de fer de l'Est, nous employons avec avantage, pour creuser les entailles, une machine fort ingénieuse de M. Denis, ingénieur en chef, directeur des chemins bavarois.

Dans la plupart des coussinets employés sur nos grandes lignes, les deux trous dans lesquels se logent les chevillettes sont placés sur une ligne perpendiculaire à l'axe du chemin. Il en résulte que, les deux chevillettes rencontrant les mêmes fibres de la traverse, celle-ci est très-sujette à se fendre. Sur le chemin de Londres à Douvres, où les chevilles étaient en bois, on a, pour éviter ces inconvénients, employé le coussinet figure 35, dont les trous sont placés sur une ligne inclinée à l'axe. Chaque joue n'est alors soutenue que par une nervure unique. Cette disposition a été depuis lors adoptée sur plu-

sieurs lignes, pour les chevillettes en fer comme pour les chevilles en bois. Le modèle figure 37 est aussi celui du chemin de Mulhouse.

On a quelquefois, pour augmenter le serrage des coins, incliné

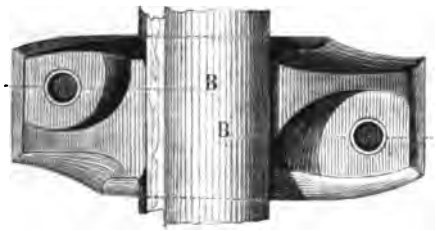


Fig. 35.

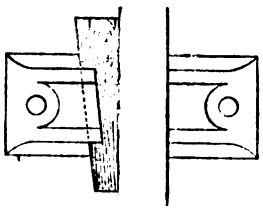


Fig. 36.

sur l'axe de la voie la face intérieure de la saillie du coussinet contre laquelle le coin s'appuie, comme l'indique la figure 36.

Mais, l'action des roues sur le rail le poussant en avant ou en arrière de leur mouvement, suivant que l'action des roues de wagons ou celle des roues de la locomotive prédomine[1], en faisant glisser le coin dans le même sens, le serrage augmente au passage des convois dans une certaine direction; le coin au contraire prend du jeu dans la direction opposée. Il faut donc, sur les chemins à deux voies, étudier la direction suivant laquelle les rails tendent à se mouvoir et chasser le coin de façon qu'il contrarie ce mouvement. Sur les chemins à une seule voie, les convois marchant sur le même rail, tantôt dans une direction, tantôt dans l'autre, il est indifférent de chasser le coin de droite à gauche ou de gauche à droite.

Pour remplir, sur les chemins à deux voies, la condition susénoncée, en se servant des coussinets figure 36, il faudrait que les coussinets fussent de deux modèles différents, ce qui deviendrait une grande sujétion dans la pose; aussi préfère-t-on aujourd'hui les coussinets du modèle figures 35 et 37, dans lequel les deux joues ou saillies sont parallèles.

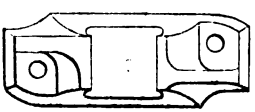


Fig. 37.

Les coussinets qui sont placés aux joints des rails sont plus

[1] L'action des roues de wagons tend à chasser les rails en avant, tandis que celle des roues motrices de la locomotive tend à produire un glissement en arrière.

lourds que les intermédiaires; ils en diffèrent par une plus grande largeur de la semelle, et quelquefois par l'adjonction d'une troisième chevillette.

Les coussinets intermédiaires pour rails de 37 kilog. pèsent environ de 8 à 9 kilog.; ceux de joint 10 à 12 kilog. Le rail étant plus léger, le coussinet diminue de poids.

Éclisses. — Les rails sont aujourd'hui, sur toutes les lignes, reliés aux joints par des *éclisses*. Ces éclisses exerçant une certaine influence sur les dimensions relatives du champignon et de la tige, nous les décrirons avant de traiter de ces dimensions.

Éclisses ordinaires. — Malgré tous les soins apportés dans la fabrication des rails et des coussinets et dans le sabotage et le bourrage des traverses, les joints des rails sont sujets à se déranger et surtout à se désaffleurer dans les deux sens horizontal et vertical. Il en résulte des chocs au passage des joints, chocs aussi préjudiciables à la conservation du matériel fixe et roulant que désagréables aux voyageurs. Pour éviter ces chocs, on a été conduit à placer, des deux côtés de la tige des rails consécutifs, deux platines ou éclisses en fer réunies par trois ou quatre boulons. Ce système, appliqué

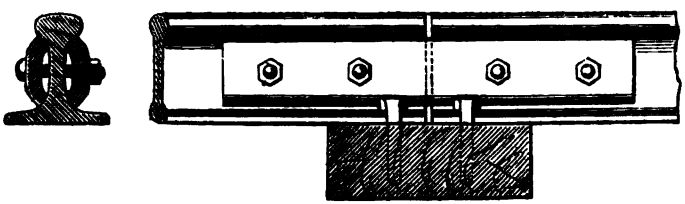


Fig. 38.

aux rails Vignolles (fig. 38), n'exige aucune modification à la pose

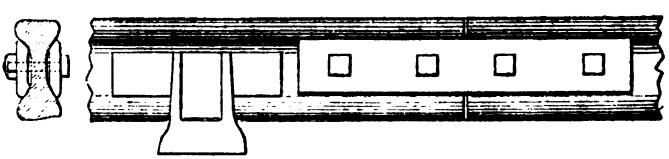


Fig. 39.

de la voie. Mais, pour les rails à coussinets (fig. 39), il est im-

possible de conserver le support de joint, et l'on est obligé de modifier la pose de telle sorte que le joint corresponde au milieu de l'intervalle de deux supports intermédiaires aussi rapprochés que possible.

Pour éviter le porte à faux du joint et pour ne pas être obligé de remanier toute une voie déjà posée lorsqu'on veut l'éclisser, on a imaginé divers systèmes de supports à éclisses que nous allons décrire rapidement.

Coussinet à éventail. — Le coussinet de joint représenté figure 40

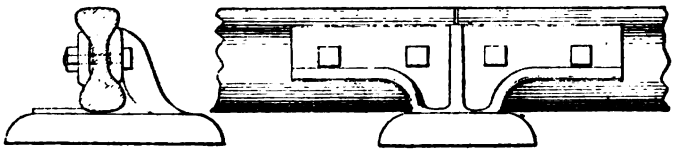


Fig. 40.

n'a qu'une joue en éventail qui s'applique sur la face extérieure du rail; à l'intérieur, on place une éclisse ordinaire en fer; les deux boulons voisins du joint serrent à la fois l'éclisse, le coussinet et les rails, tandis que les deux autres boulons ne servent qu'à réunir les rails avec l'éclisse.

Éclisses-cornières. — On a employé aussi sur le chemin de Westphalie et le chemin rhénan, avec les rails à coussinets, les *éclisses-cornières* (fig. 41) avec ou sans platine de joint.

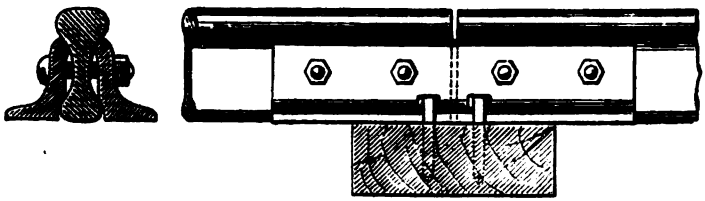


Fig. 41.

Coussinet-éclisse. — MM. Grenier et Goschler enfin, ingénieurs au chemin de fer de l'Est, ont imaginé un *coussinet-éclisse* que l'on peut considérer comme un système d'éclisses-cornières perfectionné (fig. 42 et 43) qui porte avec lui sa platine.

Éclisse Desbrières. — L'éclisse de M. Desbrières (fig. 44), décrite dans un Mémoire inséré par cet ingénieur dans les *Annales*

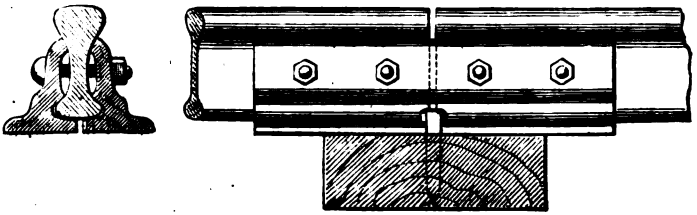


Fig. 42.

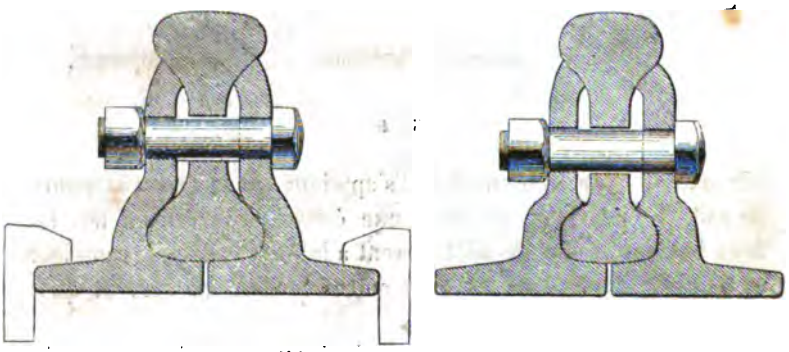


Fig. 43.

des mines, tome XIV, 1858, emboîte comme le coussinet-éclisse le champignon inférieur du rail; mais elle se pose en porte à faux.

D'autres dispositions ont été proposées par divers inventeurs

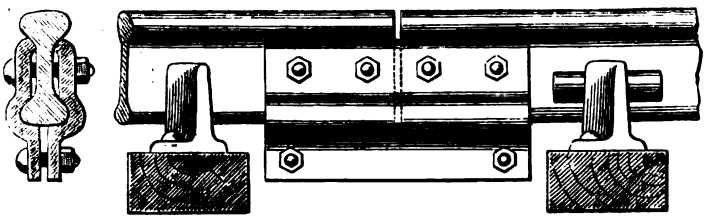


Fig. 44.

pour arriver à consolider les joints; mais, comme elles sont complétement inefficaces, nous ne croyons pas devoir les décrire.

Influence de l'éclisse sur le profil du rail. — Pour que l'éclisse *ordinaire* atteigne efficacement son but, il faut que le profil du rail satisfasse aux deux conditions suivantes :

1° Les deux surfaces d'épaulement doivent être planes et symétriques par rapport à l'axe des boulons; s'il en était autrement, l'éclisse aurait une tendance à glisser dans le sens vertical du côté de la plus faible composante du serrage; dans ce mouvement, le corps du boulon viendrait contre le trou du rail et serait exposé à travailler par flexion, tandis qu'il doit agir simplement comme tirant.

2° L'angle des surfaces d'épaulement avec l'axe du boulon doit être assez petit pour que les pressions verticales transmises aux éclisses, par suite de l'encastrement des extrémités des rails, ne soumettent pas les boulons à des efforts trop considérables.

Avec le coussinet-éclisse, convenablement profilé, l'encastrement est produit par le serrage du champignon inférieur; en outre, on profite, pour diminuer l'effort des boulons, de tout le frottement entre la base du coussinet et l'épaulement inférieur, puisque celui-ci est sensiblement horizontal. Il en est de même de l'éclisse de M. Desbrières.

La première des deux conditions précédentes est nécessairement remplie pour tous les rails à double champignon symétrique; mais, pour les rails à simple champignon du type à coussinets ou du type Vignolles, il faut qu'ils aient été étudiés spécialement en vue de l'éclissage pour présenter la symétrie voulue des surfaces d'épaulement.

La seconde condition est plus difficile à remplir, parce qu'il faut la concilier avec les exigences de la fabrication; elle conduit, en effet, à un profil plus contourné que celui qu'on admettrait si l'on n'avait pas à se préoccuper de l'éclissage, et les ingénieurs ne sont pas tous d'accord sur la part qu'il faut faire à chacune de ces considérations dans la détermination du profil du rail. Comme exemple des solutions extrêmes, nous citerons d'abord le rail ministériel prussien (fig. 45), dans lequel l'éclissage est complétement sacrifié au rail, et le profil récemment adopté pour le chemin de Lyon par le Bourbonnais (fig. 46), qui, au contraire, ne paraît satisfaire qu'à la condition d'avoir un bon éclissage. Le profil du

chemin de fer du Nord (fig. 47) tient le milieu entre ces types extrêmes, et nous paraît mériter la préférence dans l'état actuel de la question de l'éclissage.

M. Weishaupt, ingénieur prussien, avait indiqué un moyen de concilier l'éclissage avec la bonne fabrication, consistant à pratiquer, à chacune des extrémités des rails, une légère entaille au collet du champignon et du pied, de manière à localiser, pour ainsi

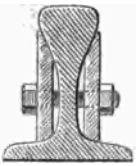


Fig. 45.

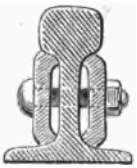


Fig. 46.

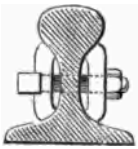


Fig. 47.

dire, l'altération du profil qu'entraîne l'emploi des éclisses. M. Nordling a depuis proposé une disposition semblable pour le chemin de fer Grand-Central. Nous pensons qu'il y a un sérieux inconvénient dans cette opération, qui enlèverait la meilleure partie du fer et altérerait aussi la résistance du champignon à l'écrasement, précisément aux extrémités du rail, où se concentrent les actions destructives.

Influence de la position du joint. — Dans un très-intéressant Mémoire publié dans les *Annales des mines* (1855), M. Couche a étudié théoriquement l'influence de la position du joint, soit sur une traverse, soit en porte à faux, relativement aux efforts que les éclisses ont à supporter. Il est arrivé aux résultats suivants :

« En appelant a la portée d'un rail entre deux appuis, I le moment d'inertie de sa section normale, V la distance de la fibre la plus fatiguée à l'axe neutre, P la charge maxima d'une roue, et si l'on exclut l'hypothèse de la liberté de la portée aux deux bouts, l'effort des fibres extrêmes atteindra au droit des appuis $0{,}1924\,\frac{VPa}{I}$, et, au milieu, seulement $0{,}156\,\frac{VPa}{I}$. Le joint devra donc alors être placé en porte à faux, au moins sous le rapport de la résistance. Si, au contraire, on admet que la portée se trouve, à un instant donné, sensiblement dans les conditions d'un solide posé aux deux bouts,

le joint doit correspondre à un appui, puisque la limite de l'effort maximum est alors $0,1924 \frac{VPa}{I}$ au lieu de $0,25 \frac{VPa}{I}$. »

M. Couche fait remarquer d'ailleurs que la compressibilité des appuis des rails met le calcul à peu près en défaut, et il en résulte que, « tout compte fait, on peut regarder comme à peu près indifférent, au point de vue de la résistance, de placer le joint au milieu ou à l'extrémité d'une portée de longueur donnée; et la seconde position est dès lors préférable, puisque la rupture des éclisses présente alors moins de gravité. »

Nous ajouterons que, les ruptures de rails ne se produisant jamais qu'en porte à faux, il nous semble évident que la fatigue de l'éclisse sera moindre sur un appui qu'en porte à faux; ce qui précède nous fait seulement voir qu'elle est encore considérable dans le premier cas; on a bien essayé, il est vrai, de la réduire en diminuant les portées de part et d'autre du joint; mais le tassement de la traverse de joint laisse subsister une cause inévitable d'altération.

M. Desbrières, dans le Mémoire déjà cité, cherche à établir que la section des éclisses généralement employées est trop faible, et que, par conséquent, elle ne donne pas aux rails, à l'emplacement des joints, la roideur nécessaire, que les boulons sont insuffisants en nombre et en diamètre, qu'ils sont souvent mal exécutés, et enfin que les surfaces de contact ménagées entre les rails et les éclisses sont insuffisantes. Il ajoute à l'appui de ses raisonnements qu'au chemin du Nord les éclisses ordinaires employées en porte à faux prennent bientôt du jeu par suite du relâchement des boulons, ce qui le conduit à proposer le modèle d'éclisses dont il a déjà été question, modèle qui lui permet d'augmenter beaucoup la roideur de l'éclisse.

La rédaction des *Annales des mines*, dans une note annexée au Mémoire de M. Desbrières, conteste les faits qu'il avance dans les termes suivants :

« Rien de semblable à ce qu'annonce M. Desbrières n'a été observé, après un service de trois à huit ans, sur le chemin du Nord français, qui a plus de 1,000 kilomètres éclissés en porte à faux,

dont 600 sur des voies soumises à un trafic très-considérable et à un matériel très-lourd. Il y a seulement, peu de temps après la pose, un relâchement dû à la *mise en charge;* il faut donc resserrer l'écrou, mais l'effet ne se produit plus. Il n'y a eu jusqu'à ce jour ni usure des filets, ni rupture, ou même relâchement des boulons. »

Mais, tout en contestant l'insuffisance des dimensions de l'éclisse ordinaire, la rédaction des *Annales des mines* admet sa fâcheuse influence sur la forme du rail, car, ajoute-t-elle, « tout dépend de l'inclinaison des faces latérales du champignon; l'éclisse donne de mauvais résultats si on l'applique à des rails de profils inéclissables agissant comme des coins trop aigus. »

Influence de la section des éclisses. — Cela posé, et tout en admettant l'exactitude des faits relatés par la rédaction des *Annales des mines* relativement à la voie du Nord, nous poserons en principe que les éclisses doivent présenter une résistance à la flexion *aussi grande que possible*. En indiquant cette condition, nous ne nous préoccupons pas de la chance de rupture des éclisses, qui nous paraît toujours assez faible; mais il est impossible que le serrage des boulons les rende complétement solidaires avec le rail sur toute leur longueur; il en résulte qu'entre les points extrêmes de contact, l'éclisse peut fléchir séparément; si les éclisses ont peu de résistance, leur flexion pourra être assez grande pour qu'on ne puisse plus compter sur l'encastrement du rail. La rigidité de l'éclisse doit encore avoir pour effet, quand le joint est supporté, de diminuer le tassement de la traverse de joint, en favorisant la répartition plus égale des pressions sur les traverses voisines.

Pour les types d'éclisse ordinaire les mieux étudiés, comme celui du Nord, le moment $\frac{I}{v}$ d'une paire d'éclisses est inférieur au quart de celui du rail; aussi a-t-on cru devoir réduire à $0^m,75$ les deux portées voisines du joint, l'espacement des traverses intermédiaires étant normalement de $0^m,90$.

Il est facile de donner au coussinet-éclisse, comme à l'éclisse de M. Deslrières, une résistance égale à celle du rail; il ne faut pas

oublier toutefois que, si l'on veut utiliser cette résistance, on doit donner une section suffisante aux boulons d'assemblage.

Nombre et dimensions des boulons. — Les éclisses des divers systèmes portent en général quatre boulons. Sur les chemins de Hanovre cependant, on emploie des éclisses à trois boulons : celui du milieu correspond au joint des rails, dont les extrémités portent chacune un demi-trou. Cette disposition a été imitée depuis, en France, sur le chemin du Bourbonnais. On y a été conduit en observant qu'avec quatre boulons les éclisses se faussaient quelquefois, vers le milieu de leur longueur, par la pression latérale des extrémités des rails; mais, dans cette disposition, l'éclisse est affaiblie au point où elle travaille le plus, et le boulon du milieu travaille autant que les deux autres ensemble. On peut cependant admettre que ces derniers inconvénients sont suffisamment compensés si l'on évite le voilement latéral des éclisses, parce que ce voilement peut amener de petits désaffleurements des extrémités des rails. Il n'en saurait être évidemment ainsi pour les coussinets-éclisses : ces pièces présentent en effet, par leur patin, une grande résistance latérale, et il importe de conserver la plus grande section possible à leurs boulons. Nous sommes donc d'avis de ne pas réduire à moins de quatre le nombre des boulons de coussinets-éclisses.

Le diamètre des boulons d'éclisse a toujours été en augmentant : il est de $0^m,019$ aux chemins du Nord et d'Orléans, qui ont été les premiers en France où l'on ait employé les éclisses; aux chemins de l'Est et de l'Ouest, leur diamètre est de $0^m,020$; enfin il est de $0^m,025$ au chemin de fer de Lyon. En Allemagne, on remarque la même tendance : sur les nouvelles sections du chemin rhénan, les boulons ont un diamètre de $0^m,027$. Si l'on n'était arrêté par l'affaiblissement de l'éclisse et surtout par les difficultés de laisser, en contre-bas du champignon des rails, une hauteur suffisante pour le passage libre des boudins des roues, nous pensons qu'on serait conduit à admettre généralement les plus forts diamètres.

Forme des boulons. — Dans l'origine de l'emploi des éclisses, la tête des boulons présentait la même forme que leur écrou : on se servait alors de deux clefs semblables pour serrer ou desserrer les

écrous, lorsque ceux-ci étaient assez fixés par l'oxydation pour déterminer la rotation du boulon. Mais cette manœuvre est incommode, et l'on a imaginé diverses dispositions pour éviter l'obligation de maintenir la tête à la main. La plus ancienne est celle du che-

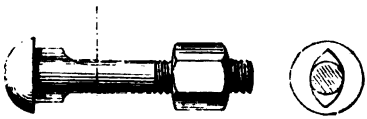


Fig. 48. — Boulon d'éclisse.

min du Nord : elle consiste à faire venir, à l'éclisse extérieure, une rainure de 2 à 3^{mm} de profondeur dans laquelle s'engage la tête aplatie du boulon ; on lui reproche d'exiger deux modèles d'éclisses et d'obliger de maintenir la tête du boulon engagée dans la rainure pendant toute la manœuvre de l'écrou.

Sur le chemin allemand du Main-Weser on a employé une disposition préférable qui a été imitée depuis, en France, sur les lignes de Lyon et de l'Ouest. Le collet du boulon porte deux ergots qui lui donnent une section allongée dans le sens horizontal indiqué par la figure 48. Les trous des deux éclisses ont la même forme.

Quelques ingénieurs pensent qu'il est utile de placer une rondelle sous l'écrou, pour empêcher celui-ci de se desserrer ; cette opinion n'est pas généralement admise, car il y a beaucoup de lignes où l'on n'a pas employé cette rondelle. Il en est de même des doubles écrous employés sur quelques chemins de fer de l'Allemagne. Le moyen qui nous paraît le plus efficace pour éviter le desserrage des boulons consiste à tenir le pas du filet aussi serré et profond que possible, en exigeant que les écrous n'aient pas trop de jeu.

Comparaison des divers systèmes d'éclisses. — *Il ressort de la discussion précédente que nous préférons les coussinets-éclisses aux éclisses ordinaires pour les rails à coussinets.* C'est surtout avec le rail à simple champignon que la supériorité du coussinet-éclisse est bien incontestable, parce qu'on peut conserver à l'épaulement du champignon supérieur la forme qui convient le mieux à la fabrication, l'encastrement du rail ayant lieu uniquement par le petit

champignon. Pour les deux types de rails à coussinets, le coussinet-éclisse permet d'éviter le porte à faux et s'applique facilement à des voies anciennes sans en modifier la pose; il a d'ailleurs un avantage qu'on ne rencontre pas avec l'éclisse en porte à faux : c'est d'empêcher complétement le glissement longitudinal des rails, si l'on a eu soin d'encocher la semelle au droit des crampons; on évite ainsi l'opération si coûteuse désignée sous le nom de *division des joints*, dans la pratique de l'entretien.

L'éclisse Desbrières partage, avec le coussinet-éclisse, le premier des avantages ci-dessus; mais elle a l'inconvénient d'être en porte à faux et de ne pouvoir s'opposer au glissement des rails.

L'éclisse-cornière de Westphalie a l'inconvénient d'exiger, comme l'éclisse ordinaire, la symétrie et la faible inclinaison des surfaces d'épaulement; elle a tous les autres avantages du coussinet-éclisse.

Le coussinet à éventail a été employé sur quelques kilomètres du chemin de fer du Nord, mais on l'a abandonné.

« Les premières éclisses qui furent employées dans cette consolidation, dit M. Brame dans un intéressant Mémoire qu'il a publié sur le matériel fixe de cette ligne, étaient en fonte, comme les coussinets; elles ne résistèrent pas longtemps, de nombreuses ruptures eurent lieu, et l'on dut les remplacer par des éclisses en fer semblables à celles employées sur les autres parties du réseau.

« Ce système n'a pas offert de bien grands avantages sur l'ancienne pose à joints retenus par des coins; d'un autre côté, il est certain qu'il est de beaucoup inférieur à la pose ordinaire avec éclisse.

« On peut particulièrement reprocher à l'éventail du coussinet son défaut de longueur. Le serrage n'a réellement lieu que par les deux boulons du milieu, qui prennent l'éclisse, le rail et le coussinet; de sorte qu'il se produit encore de petits ballottements, qui indiquent que la solution de continuité n'a pas complétement disparu. »

Quant aux éclisses ordinaires, nous pensons qu'elles conviennent spécialement pour le rail Vignolles, mais qu'on peut leur reprocher d'exiger un profil de rail qui n'est pas exactement celui qui convient

le mieux pour la fabrication, et de ne pas présenter une résistance suffisante pour éviter la concentration des pressions sur la traverse de joint et la flexion qui en est la conséquence.

Nous croyons qu'il pourrait y avoir quelque avantage à essayer l'application du coussinet-éclisse au rail Vignolles; il suffirait, à cet effet, d'entailler légèrement les bords du patin pour ramener le profil, dans la longueur de l'éclisse, à celui des rails à simple champignon, comme l'indique la figure 49. De cette manière le profil du rail deviendrait complétement indépendant de l'éclissage, et l'on pourrait obtenir un encastrement du rail d'autant plus parfait que la résistance de l'éclisse serait plus considérable. Cette disposition, qui nous a été récemment indiquée, n'a encore reçu aucune application, mais nous conseillerions de la soumettre à l'épreuve d'une voie très-fréquentée.

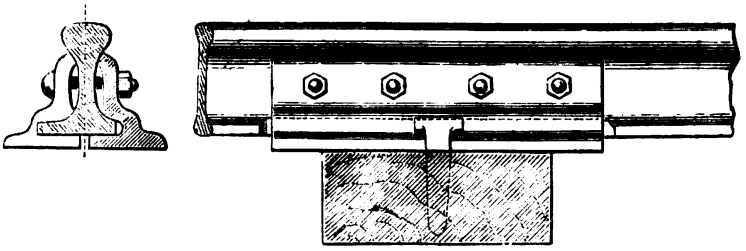


Fig. 49. — Voie Vignolles avec coussinet-éclisse.

L'emploi des éclisses ordinaires sur les voies anciennes à coussinets a aussi l'inconvénient grave de nécessiter un remaniement complet de ces voies.

La dépense avec les coussinets-éclisses est à peu près la même qu'avec les éclisses ordinaires.

Le coussinet-éclisse est plus cher que l'éclisse ordinaire, mais il permet de n'employer que six traverses pour le rail de six mètres de longueur (poids de 37 1/2 kilos), comme au chemin de l'Est, au lieu de sept qui sont nécessaires avec l'éclisse en porte à faux, comme au chemin de fer du Nord, avec des rails de semblable dimension.

On a objecté au système des coussinets-éclisses la difficulté pratique de faire porter le rail simultanément sur sa base et sur les

épaulements des champignons; quelques Compagnies ont cru devoir laisser un jeu sous le rail pour éviter cette difficulté; mais, en ayant soin d'étudier le tracé du coussinet de façon que le boulon soit un peu plus rapproché du contact de l'épaulement inférieur que de celui de l'épaulement supérieur, le serrage force ce rail à descendre jusqu'à ce qu'il appuie sur la semelle, et l'on obtient même ainsi une stabilité de position relative des rails que l'éclisse ordinaire ne permet pas de réaliser.

Les coussinets-éclisses ont été employés sur toute la ligne du Havre, sur plusieurs sections du chemin de Lyon à la Méditerranée, sur tout le réseau lombardo-vénitien, sur une partie du réseau de l'Est, et on commence à consolider les voies du chemin de fer de Paris à Lyon dans ce système. Au chemin de l'Est, il donne toute satisfaction.

Forme et dimensions des rails. — Nous n'avons étudié la forme des rails jusqu'à présent qu'au point de vue général. Nous allons maintenant l'examiner dans ses détails, en nous occupant aussi des dimensions. Les rails à champignon avec ou sans patin étant exclusivement employés, ce sont les seuls dont nous nous occuperons.

Dans l'origine, on a donné à la surface de roulement des rails la forme convexe. Plus tard, on a aplati cette surface, dans la pensée qu'en augmentant ainsi la largeur du contact entre la roue et le rail on diminuerait l'usure du rail. Mais on a bientôt reconnu que les petites irrégularités inévitables dans la pose de la voie et l'usure des roues, qui se creusent en forme de gorge, rendaient cette précaution illusoire. Bien plus, on a remarqué que, avec les rails à surface plate, les roues reposaient en général sur une des arêtes du champignon et l'écrasaient. Enfin, les roues étant coniques, elles ne peuvent rouler en ligne droite sur une surface plane sans qu'il y ait glissement, et par conséquent accroissement d'usure par le frottement. *Aussi en est-on revenu à bomber la surface des rails* en inclinant les rails du côté de l'axe de la voie, de façon que la roue conique reposât sur le sommet de la convexité exactement au-dessus de la tige.

Rayon de bombement. — Restait à fixer le rayon du bombement. Avec un rayon très-prononcé, les roues coniques ne sont en contact

avec le champignon que par un élément très-étroit. Le frottement à la jante est pour ainsi dire insensible; mais, la pression se trouvant répartie sur une petite surface, l'usure des bandages et des rails n'en est pas moins très-rapide. Si, au contraire, le bombement est trop faible, les roues reposant sur le rail par un élément d'une grande largeur, il en résulte un frottement considérable à la jante.

Il est aussi très-important, pour la conservation du rail, que le point d'application de la pression des roues ne s'éloigne pas beaucoup du milieu de la surface de roulement; lorsque, par suite d'un vice de pose ou d'un mauvais tracé de la tête du rail, les bords du champignon viennent à être chargés en porte à faux, ils ne tardent pas à être écrasés et dessoudés. Nous pouvons donc décomposer la surface supérieure du rail en trois parties : une zone centrale, d'une largeur limitée, spécialement affectée au roulement; et les deux bords du champignon, dont le rôle devrait se borner à soutenir latéralement la zone centrale et à résister aux faibles pressions horizontale des boudins.

Le rayon de bombement peut, dans la zone de roulement, varier entre des limites assez étendues, sans que les différences de tracé qui en résultent soient bien sensibles; ces différences sont certainement inférieures à celles qui sont produites par l'irrégularité du laminage; nous ne croyons donc pas devoir attacher à la détermination de ce rayon une bien grande importance.

Il n'en est pas de même du tracé des bords du champignon; nous pensons qu'on ne saurait prendre trop de soins pour satisfaire le mieux possible à la condition que nous avons indiquée plus haut. Il ne faut pas se borner, dans cette étude, à la considération du profil normal des bandages; mais on doit encore faire une large part aux altérations provenant de l'usé et même aux irrégularités de pose des rails, dont l'inclinaison peut n'être pas parfaitement réglée.

D'après les considérations précédentes, nous pensons que le rail du chemin de fer du Nord est un des mieux étudiés, comme surface de roulement. Nous reproduisons (fig. 50) cette partie de son profil qui a été imitée déjà sur un grand nombre de lignes.

Nous devons ajouter que, même avec ce bon tracé, il ne faut pas

négliger d'épauler convenablement les bords du champignon pour tenir compte de la situation moins favorable que devra amener tôt ou tard l'aplatissement de la tête, et en prolonger la durée lorsque les parties latérales ne seront plus garanties contre l'action des roues.

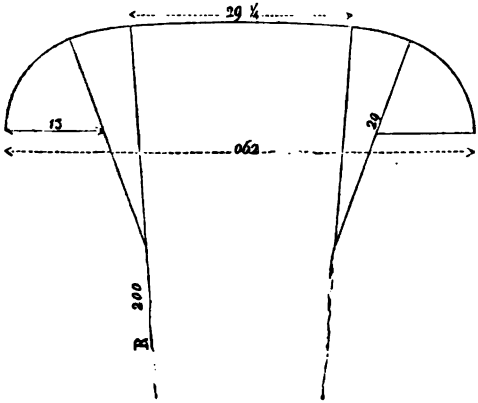


Fig. 50. — Bombement des rails.

Largeur du champignon. — La largeur du champignon du Nord nous paraît être aussi la plus convenable pour celle des rails d'une grande ligne.

Inclinaison de la gorge. — L'inclinaison de la gorge sous le champignon est, au chemin du Nord, de 30/55, et l'épaisseur de la tige de 0,017. L'inclinaison de la gorge a été déterminée dans le but de satisfaire aux besoins de l'éclissage. Nous pensons qu'une inclinaison plus forte avec une épaisseur de tige plus grande serait, par des raisons déjà exposées plus haut, favorable à la qualité en permettant de fabriquer des rails plus homogènes. Nous avons consulté à cet égard le directeur de la fabrication des rails à l'usine d'Anzin et notre inspecteur de fabrication dans cette usine. L'un et l'autre sont, à cet égard, de notre avis. M. Curtel, inspecteur de la fabrication pour la Compagnie de l'Est à l'usine de Commentry, a exprimé une opinion semblable. M. Lang, enfin, directeur des forges de Styring, nous écrit ce qui suit : « L'épaisseur de 14 millimètres au corps du rail est beaucoup trop faible; il faudrait 18

ou 19 au moins. On doit admettre que *plus il y a de différence entre le corps et la tête pour l'épaisseur, plus le corps subit de laminage au contraire de la tête. Il en résulte deux défauts capitaux :* 1° la tête, partie la plus fatiguée, est moins dense que le corps, ce devrait être le contraire si la forme ne s'y opposait; 2° l'étirage excessif du corps doit produire, dans sa jonction avec le champignon, une *arrachure* des molécules, invisible sans doute, mais réelle.

A ces observations les ingénieurs du chemin du Nord répondent que nos maîtres de forge sont parvenus à fabriquer des rails excellents de la forme et des dimensions du rail du Nord, et que, sur la plupart des lignes construites, on ne paraît pas avoir attaché une grande importance à l'épaisseur de la tige.

La cassure des rails du Nord que nous avons examinés paraît en effet très-satifaisante; mais peut-on affirmer, au simple aspect de la cassure, qu'un rail est parfaitement soudé, et que, s'il était d'une autre forme, il ne le serait pas mieux encore? L'épreuve d'un long service n'est-elle pas nécessaire pour en constater sérieusement le mérite? La cassure même est trompeuse, puisque son aspect dépend de la manière dont elle a été faite.

Ce qui prouve assez combien les Compagnies ont peu de confiance dans les indices que fournit cette cassure ou les essais de toute nature que l'on fait subir aux rails, c'est la garantie qu'elles exigent du fabricant.

Le rail à gorge très-inclinée ne se prête pas, avons-nous dit plus haut, à l'emploi des éclisses ordinaires. Mais on peut y adapter facilement, ainsi que nous l'avons fait également observer, même s'il est à patin, le coussinet-éclisse. Il n'y a donc pas de raison pour l'écarter, puisque la forme répond le mieux aux exigences de la fabrication.

Dimensions du bourrelet dans les rails à simple champignon. — Les dimensions du bourrelet dans les rails à simple champignon ont peu d'importance. Toutefois il ne conviendrait pas de le faire trop étroit. Nous conseillons une largeur de $0^m,05$.

Section des rails. — Quand une roue repose sur un rail, dans l'intervalle d'une traverse à la suivante, elle fait fléchir le rail et

par cela même tend à le rompre. L'expérience et la théorie s'accordent à prouver que, toutes choses égales d'ailleurs, cette rupture a lieu au point où repose la roue; mais l'intensité de l'action qui provoque la rupture est d'autant plus grande que ce point est plus rapproché du milieu de l'intervalle entre les deux supports. Il est donc rationnel de donner aux rails des sections variables présentant une résistance minima aux points où ils reposent sur les traverses, maxima au milieu de l'intervalle de ces traverses, et on avait adopté pour les rails en fonte la forme dite d'*égale résistance*, représentée figure 51, dans laquelle la courbe inférieure était sensiblement une

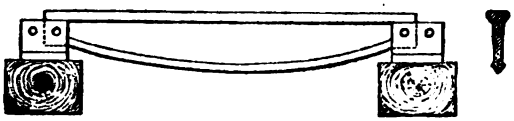


Fig. 51. — Rails en fonte d'égale résistance.

ellipse. On avait même imaginé des procédés de laminage fort ingénieux qui permettaient d'obtenir des rails *ondulés* en fer (fig. 52).

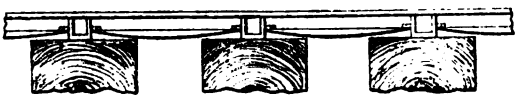


Fig. 52. — Rails ondulés en fer forgé.

On a bientôt reconnu que l'économie de matière obtenue par ce moyen était loin de compenser les défauts suivants, inhérents au système des rails ondulés. Dans les courbes, la file extérieure des rails présente une plus grande longueur que la file intérieure. Avec les rails ondulés l'écartement des traverses est nécessairement invariable; les traverses ne peuvent donc pas être normales aux rails. Il arrive aussi assez fréquemment que le terrain s'affaisse sous l'une des traverses et qu'elle cesse alors de servir d'appui. La portée du rail est ainsi doublée et sa section est la plus faible précisément au point où il doit résister au plus grand effort. Il est impossible de varier l'écartement des points de support des rails ondulés, comme

cela peut se faire avec les rails dont la section est la même dans toute leur longueur (rails parallèles, fig. 53). Enfin l'économie que l'on réalise en employant les rails ondulés est bien faible, parce qu'ils sont plus coûteux à fabriquer et que leur valeur, quand ils sont usés, est bien moindre que celle des rails parallèles qui avaient coûté le même prix.

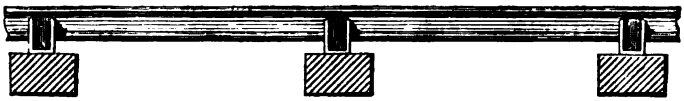


Fig. 53. — Rails à arêtes parallèles.

Aujourd'hui on ne fait plus usage que de rails à arêtes parallèles.

Joints. — *Les abouts des rails sont généralement coupés carrément;* on laisse entre deux rails consécutifs un espace qui varie de 3 à 5 millimètres, suivant la saison, afin qu'ils puissent se dilater librement sous l'influence de la chaleur. On a quelquefois fait les joints des rails obliques ou même à mi-fer (fig. 54), mais ces dis-

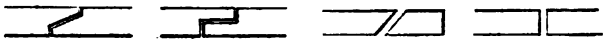


Fig. 54. — Joints de rails.

positions ont été abandonnées parce que ces assemblages coûteux ne sont jamais faits avec assez de précision pour faire cesser complétement les chocs qui ont lieu au passage des joints.

Longueur des rails. — Le nombre des joints est d'autant moins grand que les rails sont plus longs; aussi a-t-on cherché à faire les rails le plus longs possible.

Les anciens rails en fonte ne pouvaient pas avoir plus de $1^m,20$ de longueur. On donna aux premiers rails en fer $4^m,50$, et on conserva assez longtemps cette longueur. Ainsi les rails de nos chemins construits un peu avant ou après 1840 n'avaient que $4^m,50$. Aujourd'hui les rails des grandes lignes n'ont pas moins de 6 mètres. Si on dépassait cette limite, non-seulement le rail deviendrait lourd à manier, mais encore la fabrication en deviendrait plus difficile.

Poids, écartement et dimensions des rails.— Le poids ainsi que les dimensions des rails ont toujours été en croissant, à mesure que les machines et les wagons employés sur les chemins de fer sont devenus plus lourds. Ainsi les premiers rails des chemins de Saint-Étienne à Lyon et de Roanne à Andrezieux ne pesaient que 13 kilog. par mètre courant, et ceux du chemin de Liverpool à Manchester 17 kilog.; les coussinets étaient écartés de $0^m,90$. On les remplaça bientôt par d'autres rails pesant 25 kilog. par mètre courant, et enfin par des rails de 30 à 37 kilog. et demi supportés à des intervalles de $1^m,20$.

En Belgique on a d'abord fait usage des rails ondulés du poids de 17 à 22 kilog.; puis on leur a substitué des rails à arêtes parallèles à simple champignon de 25 à 27 kilog., et enfin des rails à simple ou à double champignon de 34 kilog.

Les rails à coussinets des chemins qui ont été construits dans ces dernières années pèsent de 37 à 38 kilog. par mètre courant. Chaque rail double T du chemin de Strasbourg ayant 6 mètres de longueur pèse 225 kilog. ~~par mètre courant~~ et repose sur cinq traverses intermédiaires, écartées de $1^m,10$ d'axe en axe l'une de l'autre, et deux traverses de joint. Au chemin de Mulhouse le rail simple T, long de 6 mètres comme celui double T de la ligne de Strasbourg, pèse 35 kilog. par mètre courant. Le nombre des traverses qui le supportent est de sept, dont cinq intermédiaires et deux de joint. L'écartement de ces traverses est de $1,^m10$ pour les traverses intermédiaires et 80 centimètres entre les traverses de joint et la traverse intermédiaire la plus voisine.

Les rails à double champignon (modèle Paris-Strasbourg) ont 130 millimètres de hauteur, 60 millimètres de largeur à la partie supérieure (champignon), et 19 millimètres à la tige.

Les rails à simple champignon du chemin de Mulhouse ont $0^m,10$ de hauteur, la tête du champignon a $0^m,065$ de largeur, et la tige $0^m,020$.

Quant à ce qui concerne le rail à patin, tantôt on lui donne une hauteur de 130 à 140 millimètres avec une épaisseur de corps de 14 millimètres (Cologne, Minden, Saarbruck); tantôt on se contente de 100 à 110 millimètres pour la hauteur avec une épaisseur

de corps de 20 millimètres (lignes bavaroises). Un des modèles de rail à patin le mieux étudiés est le rail type du chemin de fer du Nord français, rail qui a été copié par le chemin de fer de l'Ouest (Suisse). Dans ce rail, la hauteur totale est de 125 millimètres, l'épaisseur du corps de 17 millimètres, la largeur totale du champignon de 62 millimètres, la largeur du patin de 105 millimètres, son épaisseur vers les bords de 10 millimètres.

En Bavière, on prescrit de ne pas dépasser, pour la hauteur des rails à base large, $0^m,117$; tandis que celle des rails à coussinet peut être portée à $0^m,125$. Dans le même pays, on trouve que le poids de 34 kilog. par mètre courant est suffisant pour les rails à coussinets, mais que le poids doit être porté à 37 kilog. pour les rails à patin. Plus loin, en traitant de la pose de la voie, nous indiquerons l'écartement prescrit pour les rails.

Sur le chemin du Palatinat, entre Saarbruck et Manheim, les rails américains pèsent 33 kilog. par mètre courant, et ils reposent sur des traverses espacées de $0^m,900$ seulement.

Parmi les modèles de rails que nous venons de passer en revue, nous considérons le modèle du Nord français comme le meilleur pour un chemin à grande vitesse et en admettant l'éclissage ordinaire sur la traverse; mais nous pensons qu'en lui conservant la même largeur au champignon et au patin, ainsi que la même hauteur, on l'améliorerait en augmentant l'épaisseur à la tige, et surtout en donnant une plus grande inclinaison à la gorge. Il faudrait alors remplacer l'éclisse ordinaire par le coussinet-éclisse. Pour des chemins avec courbes de petit rayon, il conviendrait de diminuer la hauteur du rail et d'augmenter ainsi sa résistance à la pression latérale.

Nous n'entrerons pas dans de plus longs détails sur la forme, les dimensions et le poids des rails ou sur leur fabrication. Le cadre de notre *Traité élémentaire* ne les comporte pas; mais nous engageons les ingénieurs qui voudraient approfondir cette question, ainsi que celles qui concernent la pose de la voie, à consulter les savantes dissertations de M. Couche, le *Nouveau Portefeuille de l'Ingénieur*, les Mémoires de MM. Desbrières (Compte rendu de la Société des ingénieurs civils et *Annales des Mines*) et les Mémoires de

M. Curtel (Compte rendu de la Société des ingénieurs civils).

On trouvera dans le *Nouveau Portefeuille* la coupe transversale des rails d'un grand nombre de chemins, ainsi que le poids de ces rails par mètre courant.

DURÉE DES ÉLÉMENTS DE LA VOIE.

Durée des rails. — On croyait, dans l'origine des chemins de fer, que la durée des rails serait presque indéfinie. L'expérience a prouvé le contraire. Voici quelques données sur cette durée.

Durée des rails sur les chemins anglais. — Le North-Western railway est de tous les chemins anglais le plus important; sa longueur est de 500 milles anglais. Le capitaine Huish, chargé par l'administration de cette Compagnie d'étudier l'usure des rails, a trouvé que le mouvement étant, sur la partie comprise entre Liverpool et Manchester, de quatre-vingt-dix trains par jour, sur celle comprise entre Birmingham et le chemin de Liverpool à Manchester (ancien chemin Grand-Junction) de trente-huit trains, et sur la section de Londres à Birmingham de quarante-quatre trains, soit en moyenne cinquante trains par jour, ou dix-huit mille deux cent cinquante trains par an, les rails ne dureraient pas au delà de vingt ans.

Durée des rails sur les chemins belges. — M. Belpaire, ingénieur belge, a trouvé, d'après des observations faites sur les chemins belges, que les rails, avec un mouvement annuel de trois mille trains par an, dureraient cent vingt ans, soit, en supposant la durée proportionnelle au mouvement, vingt ans seulement avec un mouvement annuel de dix-huit mille trains. Cette coïncidence est remarquable. Il est vrai que les rails belges auxquels M. Belpaire faisait allusion ne pesaient que 25 kilogrammes par mètre, tandis que les rails anglais pèsent de 30 à 40 kilogrammes; d'un autre côté, le poids du matériel belge et la vitesse avec laquelle marche ce matériel étaient très-sensiblement inférieurs au poids et à la vitesse de marche du matériel anglais.

Durée des rails en France. — La durée des rails de 30 à 37 kilogrammes de nos lignes françaises sur lesquelles ont circulé des

machines lourdes à de grandes vitesses a été généralement inférieure à vingt ans.

Durée des rails au chemin du Nord. — Les rails dont on s'est servi dans l'origine pour construire le chemin de fer du Nord français ne pesaient que 30 kilogrammes. Chaque rail, long de $4^m,50$, reposait sur cinq points d'appui; l'écartement des points extrêmes était de 1 mètre seulement; celui des points intermédiaires était de $1^m,25$. Peu de temps après l'ouverture, on ajouta une cinquième traverse pour chaque rail; en sorte que l'écartement des points extrêmes fut réduit à 75 centimètres, et celui des points intermédiaires à 1 mètre.

Le poids des machines augmentant dans une proportion considérable (de 16 ou 20 tonnes à 30 tonnes), il devint nécessaire de remplacer les rails de 30 kilogrammes par des rails de 37 kilogrammes. Ces derniers, longs de 6 mètres, furent placés sur sept traverses; l'écartement des traverses extrêmes étant de 60 centimètres, et celui des traverses intermédiaires de 90 centimètres, les joints se trouvèrent en porte à faux et furent consolidés au moyen d'éclisses. Aujourd'hui on emploie, concurremment avec ces rails à double champignon, des rails Vignolles du même poids, pour lesquels nous avons déjà indiqué l'écartement des points d'appui.

La substitution des rails lourds aux rails légers a eu lieu en 1853, de neuf à dix ans environ après l'ouverture de la ligne. Une partie, évaluée à 20 p. 100 de la totalité, était alors complétement hors de service et fut vendue aux maîtres de forges; 24 p. 100 de rails plus ou moins avariés furent mis à la disposition des entrepreneurs pour des travaux de terrassement; 36 p. 100 de rails, dont un rebord seulement avait souffert, furent considérés comme propres à faire encore de très-bonnes voies; 20 p. 100 enfin étaient en parfait état et auraient pu servir à la construction de voies neuves s'ils eussent été d'un modèle plus résistant.

Prenant pour prix des rails neufs 280 fr. la tonne, on a estimé les rails de premier choix comme valant encore 250 fr. la tonne; ceux du deuxième choix, 240 fr.; ceux du troisième choix, 220 fr., et ceux du quatrième choix, 200 fr.

La note suivante, empruntée au Mémoire de M. Brame sur la

voie du Nord (*Annales des ponts et chaussées*, t. XX, 4e cahier, 1860), complète les renseignements qui précèdent sur la durée des rails au chemin du Nord.

« La ligne de Paris en Belgique, par Lille et par Valenciennes, a été livrée à la circulation :

« 1° De Lille et de Valenciennes à la frontière, en novembre 1842;

« 2° D'Arras à Lille et à Valenciennes, en avril 1846;

« 3° De Paris à Arras, en juin 1846.

« Les sections de Lille et de Valenciennes à la frontière ne représentant à peine qu'un douzième de la longueur totale de la ligne, et n'ayant donné lieu, dans l'origine, qu'à un trafic relativement très-faible, on peut admettre que l'exploitation n'a été organisée qu'en juin 1846.

« D'un autre côté, la substitution commencée en septembre 1853 n'a été conduite avec quelque activité qu'en 1854, pour être terminée en octobre 1856.

« Les premières voies d'établissement du chemin de fer de Paris en Belgique, par Lille et par Valenciennes, ont donc fait un service moyen de neuf années. Pendant cette période, le nombre des trains, tant de voyageurs que de marchandises, qui ont circulé dans les deux sens a été d'environ :

« 238,000 entre Paris et Amiens.

« 102,000 entre Amiens, Lille et Valenciennes.

« Voici, en chiffres ronds, l'état résumé par année de la marche du remplacement des voies, commencé, ainsi qu'il a été dit plus haut, en septembre 1853 et terminé en octobre 1856.

1853-1854.	142,000 mèt.
1855.	250,000
1856..	258,000
TOTAL..	650,000 mèt.

« La moyenne de la substitution a donc été de :

Par mois, en 1853-1854.	8,875 mèt.
— en 1855.	20,833
— en 1856.	25,800

« La moyenne pendant la durée totale du travail a été d'un peu

plus de 17 kilomètres de simple voie, par mois. Pendant cette période, de nombreuses ruptures de rails se produisaient journellement sur les anciennes voies.

« Un fait a été reconnu pendant la période de substitution : le nombre des rails cassés a été plus considérable sur les pentes et sur les rampes que sur les paliers.

« Cette constatation a notamment été faite sur les 88 kilomètres compris entre Amiens et Douai.

« Dans cette section, qui comprend les rampes les plus fortes de la ligne, qui est soumise à une circulation considérable, et qui enfin n'avait pas été l'objet de substitutions partielles, on a reconnu que pendant les deux années qui ont précédé la substitution, il y a eu sur la voie de gauche 364 ruptures, ou 4,10 par kilomètre, et, sur la voie de droite, 479, ou 5,45 par kilomètre.

« La différence s'explique par le poids des trains, plus considérable au retour.

« Sur les paliers de cette section, les ruptures ne dépasent pas en moyenne, pendant la même période, 2,00 par kilomètre.

« L'influence des pentes et rampes sur les voies, et par suite sur le matériel mobile, est mise en relief par ces chiffres.

« Aucun accident sérieux n'est résulté de l'affaiblissement des rails ; il a suffi, pour prévenir tout danger, de ralentir en certains points la marche des trains. Un service spécial de surveillance avait du reste été organisé pour reconnaître et remplacer les rails cassés.

« Sans préjuger la durée probable des nouvelles voies de la ligne de Paris en Belgique, il ne paraît pas douteux que ces voies résisteront beaucoup plus longtemps que celles du premier établissement, par suite :

« De l'augmentation du poids des rails et du nombre de leurs supports ;

« De l'éclissage des joints ;

« Des nouvelles conditions de fabrication imposées aux fournisseurs de rails, et de l'organisation de la surveillance dans les usines ;

« De la diminution du poids supporté par les essieux de grosses

machines. Les machines du Creusot à trois essieux couplés, dont deux agissaient sur les rails avec des poids de plus de 13 tonnes, ont, en effet, reçu un essieu d'allége à petites roues folles, qui réduit à 10^{t},500 environ l'adhérence fournie par chaque essieu couplé. »

Durée des rails au chemin de Rouen. — Au chemin de Rouen, le matériel étant généralement plus léger que sur les autres lignes, c'est seulement vers l'année 1856 que, les machines devenant un peu plus lourdes, on a jugé à propos de remplacer les anciens rails à double champignon du poids de 35 kilogrammes par mètre courant par des rails de 37 kilogrammes et demi, également à double champignon, les joints de ces derniers étant consolidés par des coussinets-éclisses du système Grenier et Goschler. Les anciens rails avaient 4^{m},80 de longueur et étaient supportés par cinq traverses, l'écartement des traverses extrêmes était de 1^{m},05 et celui des traverses intermédiaires de 1^{m},35. Les nouveaux rails, de 6 mètres de longueur, reposent sur sept traverses; les deux extrêmes sont écartées de 75 centimètres, et celles intermédiaires de 90 centimètres.

La plus grande partie des rails du chemin de Rouen posés au moment de l'ouverture (1842 à 1843) étaient encore, en 1857, dans un état de conservation tel, que les deux tiers au moins ont pu être employés de nouveau sur des voies du réseau de l'Ouest, où la circulation est moins active que sur le chemin de Rouen, et que la plus grande partie du tiers restant a pu servir à l'établissement des voies de garage.

Durée des rails au chemin d'Alsace. — Les rails du chemin de Bâle à Strasbourg, pesant 25 kilogrammes seulement par mètre courant, et reposant sur des points d'appui écartés de 90 centimètres, étaient, après quinze ans d'usage, en grande partie hors d'état de servir. La Compagnie de l'Est a procédé à leur remplacement, qui a été complétement effectué en trois années. Une partie a servi à l'établissement de voies de garage, et une autre a été vendue aux maîtres de forges, qui ont fourni en échange de nouveaux rails du système Vignolles à raison de 100 fr. la tonne, transport compris. Pendant fort longtemps on n'a fait passer sur les rails du chemin de Bâle que des machines d'un poids modéré en rapport avec leur résistance. C'est seulement dans les dernières années

que l'on s'est servi de machines plus lourdes, dont l'emploi a évidemment abrégé considérablement la durée de la voie. Le mouvement sur ce chemin n'a pas été très-actif, les trains n'ont été que médiocrement chargés, et l'on n'a pas fait de service de nuit.

Durée probable des rails sur les grandes lignes. — Quoique les rails de nos grandes lignes récemment construites soient beaucoup plus résistants que ceux du chemin de Bâle, et même que les anciens rails du chemin du Nord, les machines étant beaucoup plus lourdes et la circulation beaucoup plus active, *il y a lieu de penser que la durée des rails ne sera pas beaucoup plus grande qu'elle ne l'a été au chemin de Bâle, soit quinze années environ. Après ces quinze années, les rails auront perdu 100 fr. par tonne seulement de leur valeur, puisque les maîtres de forges les remplacent à ce prix par des rails neufs, en se chargeant des transports.*

Influence de la vitesse sur la durée des rails. — La durée des rails ne dépend pas seulement de leurs dimensions, de leur forme, du plus ou moins de soin apporté à la fabrication, de l'activité de la circulation, de la nature du métal employé, du poids des machines, de la pente et de la courbure plus ou moins prononcée de certaines parties de la ligne, etc., mais encore de la vitesse des trains; car *l'usure des rails croît rapidement avec la vitesse des trains;* en diminuant cette vitesse, on espace davantage les époques de renouvellement de la voie, renouvellement qui grève si fort l'exploitation des lignes à grand trafic, et on diminue sensiblement les frais d'entretien. Sous le passage des trains rapides, les voies en courbe ont une tendance constante à la déformation; sur les courbes à petit rayon des lignes secondaires, cette tendance deviendrait un danger sérieux que l'on n'éviterait qu'à l'aide d'une surveillance incessante. Les vitesses modérées suppriment à la fois ce danger et la dépense. Par vitesses modérées nous entendons des vitesses de marche de 30 kilomètres par heure, ce qui correspondrait à environ 24 kilomètres de vitesse effective, arrêts compris.

Avec ces vitesses et en se servant de machines dont le poids n'est pas excessif et dans lesquelles l'écartement des essieux extrêmes n'est pas exagéré, le poids des rails peut être réduit à 30 kilog. par mètre sans inconvénient. Peut-être même pourrait-on descendre au-

dessous de ce poids. On exploite sur la ligne de l'Est : 1° une partie de la ligne de Montereau à Troyes, livrée à l'exploitation il y a bientôt quatorze ans, et construite avec des rails de 30 kilogrammes; 2° la ligne de Mulhouse à Thann, livrée à l'exploitation il y a plus de vingt ans, et qui conserve encore ses rails de 22 kilogrammes. On a seulement ajouté une traverse. Sur ces deux sections les machines à marchandises circulent avec une complète sécurité, sans autre précaution que celle d'une marche de 26 kilomètres sur Montereau et de 22 sur Thann.

Durée des traverses. — La durée des traverses dépend de la nature du bois employé et de la préparation qu'il a subie. Nous verrons qu'en ce qui concerne les traverses en hêtre préparé par le procédé Boucherie l'expérience n'a jusqu'à présent fourni aucun chiffre précis; que la préparation ne paraît pas exercer une grande influence sur la durée des traverses en chêne; que les demi-rondes ne durent pas plus de cinq à six ans, mais que les traverses équarries de bonne qualité peuvent durer en moyenne de douze à quinze années. Celles du chemin de Bâle, de médiocre qualité, étaient, pour la plupart, après quinze années d'usage, entièrement pourries, quelques-unes cependant résistaient encore et ont pu être employées sur des voies de garage. Sur le chemin de Strasbourg, la durée des traverses de bonne qualité et d'un volume considérable a été un peu plus longue. *Nous croyons prudent, toutefois, de ne pas porter la durée des traverses à plus de quinze ans en moyenne, et de supposer qu'après ces quinze années elles ont perdu toute valeur.*

Durée des coins. — La dépense faite pour le remplacement des coins en bois est portée au chapitre des frais d'entretien courants.

Durée des coussinets et des chevillettes. — On pourrait considérer la durée des coussinets comme presque indéfinie. Toutefois il faut admettre qu'au moment du remplacement des rails on se trouvera conduit par l'expérience à en modifier le modèle, et que, par suite, il faudra le changer. Il y en a d'ailleurs toujours un certain nombre de brisés. Les maîtres de forges remplacent les vieux coussinets par des coussinets neufs au prix de 50 francs par tonne. Les chevillettes, qui ont souffert beaucoup plus que les coussinets,

et même que les rails, ne peuvent être remplacées qu'au prix de 300 francs la tonne.

Si on augmente le poids des rails, il faut tenir compte de cette augmentation en comptant 220 ou 230 francs par tonne.

Durée des accessoires de la voie. — La dépense pour le remplacement des changements de voie, plaques tournantes, chariots de service, etc., peut être considérée comme dépense courante d'entretien. On peut aussi y avoir égard en augmentant un peu le chiffre de la réserve : l'augmentation dépendra de la grandeur des gares et du mouvement.

Variations dans la durée des rails et des traverses. — Les rails et les traverses ne restent pas tous intacts pendant quinze années. On en remplace chaque année un certain nombre. Les rails des changements ou croisements de voie et des courbes de très-petit rayon durent incontestablement moins de quinze ans, et beaucoup de traverses de qualité inférieure ou plus exposées que d'autres à la destruction se trouvent pourries bien avant le terme assigné. D'un autre côté, une partie des éléments de la voie résistent au delà de quinze années. Il ne faut donc considérer la limite que nous avons posée à leur durée que comme une moyenne.

Travail de réfection de la voie au chemin de l'Est. — Au chemin de fer de l'Est un rapport a été fait, par l'ingénieur en chef de l'entretien, vers la fin de l'année 1861, sur la répartition générale du travail de la réfection des voies pendant une période de vingt années. Voici quelles ont été les conclusions de ce rapport, qui ont été adoptées par le conseil d'administration :

« Nous fondant sur l'expérience acquise, nous avons admis, dit l'ingénieur en chef de la Compagnie, que la réfection des voies fatiguées doit commencer après neuf ans d'exploitation, et qu'elle doit durer dix années au plus. Cette durée de la période de réfection est trop longue pour une voie très-fatiguée, mais elle pourrait être augmentée pour les embranchements à faible circulation, en sorte qu'on peut la considérer comme assez exacte pour l'ensemble du réseau.

« En appliquant cette règle à chacune des lignes qui composent le réseau, long aujourd'hui d'environ 1,700 kilomètres, et en tenant compte de la date de la mise en exploitation de chaque voie,

nous avons formé, pour l'ancien et le nouveau réseau, deux tableaux indiquant la marche normale de la réfection jusqu'en 1880, si aucun fait nouveau, tel, par exemple, que la pose d'une plus grande longueur de double voie sur la ligne de Mulhouse, ne venait modifier l'état actuel.

« Nous avons admis une aussi longue période pour mieux faire ressortir la loi suivant laquelle se groupent les chiffres, et mettre en évidence la moyenne annuelle que l'on devrait réfectionner normalement chaque année au bout d'un certain délai. Le résumé final fait voir que cette moyenne annuelle serait de 215 à 216 kilomètres.

« Nous ferons remarquer à cet égard que la réfection ne devra pas comprendre réellement une fraction déterminée de chaque ligne. La réfection peut porter sur un point ou sur un autre du réseau; il suffit qu'elle comprenne une longueur de voie suffisante pour que les matériaux encore en bon état qui en proviendront suffisent à l'entretien du reste du réseau.

« On devra donc employer les matériaux neufs de réfection sur les lignes principales où circulent les trains à grande vitesse, et employer les matériaux encore en bon état, mais cependant déjà un peu altérés qui seront relevés, à l'entretien des embranchements qui ne reçoivent que des trains à petite vitesse.

« Les chiffres de la dépense totale à faire chaque année ont été admis en supposant un prix moyen de 17,200 francs par kilomètre de voie simple réfectionnée. C'est le prix de revient des portions de voie réfectionnée en 1860, en rails à double champignon, modèle Paris-Strasbourg, de 6 mètres, éclissés, déduction faite de la valeur des vieux matériaux retirés de la voie réfectionnée.

« Ce prix comprend la fourniture des éclisses, boulons d'éclisses et crampons, et d'une traverse supplémentaire par 6 mètres de longueur de voie, qui constitue une véritable augmentation du capital de premier établissement.

« Cette augmentation est, par kilomètre de voie simple, pour l'éclissage, de. . . . . 2,380 fr.
Pour la fourniture des traverses supplémentaires, de. 920

Total par kilomètre. . . . . 3,300 fr.

« Mais, d'un autre côté, elle ne comprend ni la fourniture du matériel neuf employé au remplacement partiel des matériaux des voies non réfectionnées, ni les dépenses faites pour la réfection des changements de voies, plaques tournantes et autres accessoires.

« Nous avons compris dans le prix de la réfection la fourniture des 3/5es seulement des traverses intermédiaires employées, l'autre partie ayant été réemployée sur place. Cela supposerait que la durée moyenne des traverses est presque double de celle des rails, tandis qu'au contraire elle est un peu moindre.

« En admettant que l'on n'emploie que des traverses neuves dans la réfection, et que l'entretien du reste du réseau exige l'emploi des anciennes traverses relevées, plus une par longueur de rail de 6 mètres, ce qui suppose que la durée des traverses est à celle des rails dans le rapport de 6 à 7, cela conduira à une augmentatien de 2,760 fr. par kilomètre de voie réfectionnée.

« Ce chiffre ne diffère que de 540 fr. de celui à poser au compte de premier établissement; cette dépense suffira à peine pour couvrir les dépenses de renouvellement des changements de voie, plaques tournantes, etc.

« La dépense par kilomètre de voie réfectionnée doit donc être regardée comme à peu près exacte, mais un peu faible, en admettant même que la fourniture des éclisses et des traverses supplémentaires employées dans la nouvelle voie soit reportée au compte de premier établissement.

« Voici maintenant le détail du prix de la réfection pour un kilomètre de voie.

PRIX DE RÉFECTION DE LA VOIE

	NOMBRE.	POIDS OU QUANTITÉ.	PRIX.	MONTANT.	TOTAUX PARTIELS.	TOTAUX GÉNÉRAUX.	OBSERVATIONS.
1° *Remplacement du matériel ancien.*			fr.				
Rails	»	75t »	220 »	16,500 »			
Coussinets intermédiaires	167	1t 70	145 »	246 50			
Tirefonds	2,666	0t 90	430 »	387 »			
Traverses	»	333	6 »	1,998 »			
Coins	»	1,675	0 085	142 38			
TOTAL	»	»	»	19,273 88	19,273 88		
A déduire :							
Vieux rails	»	71t »	120 »	8,520 »			En comptant la moitié des rails provenant de la réfection comme rails de deuxième catégorie, propres aux voies de garage à 180, cela augmente leur valeur de 2,150 fr., ce qui réduit le prix de revient de la réfection à environ 15,000 fr. par kilomètre.
Vieux coussinets intermédiaires	167	1t 70	100 »	170 »			
Chevilles	2,666	0t 80	115 »	92 »			
Traverses	»	333	1 »	333 »			
Coins	»	800	0 0033	2 64			
TOTAL A DÉDUIRE	»	»	»	9,117 64	9,117 64		
Reste pour le remplacement de l'ancien matériel	»	»	»	»	10,156 24	10,156 24	
2° *Main-d'œuvre.*							
Transport et main-d'œuvre, enlèvement et rangement de l'ancien matériel	»	»	»	»	»	3,560 26	
3° *Plus-value du nouveau matériel.*							
Coussinets-éclisses	333	6t 66	295 »	1,964 70			
Boulons	1,333	0t 56	450 »	252 »			
Tirefonds	1,000	5t 33	430 »	141 90			
Coussinets intermédiaires en plus	333	3t 38	145 »	490 10			
Tirefonds pour coussinets intermédiaires	666	0t 25	430 »	107 50			
1 traverse en plus par rail	167	167	6 »	1,002 »			
Coins	333	333	0 085	28 30			
TOTAL	»	»	»	3,986 50	3,986 50		
A déduire :							
Coussinets de joints	335	4t 05	100 »	405 »	405 »		
Reste pour plus-value du nouveau matériel					3,585 50	3,585 50	
TOTAL GÉNÉRAL						17,300 »	

Classement de la dépense pour réfection. — *La dépense de réfection des voies est évidemment une dépense d'entretien; c'est donc à tort, selon nous, que quelques Compagnies l'ont portée en totalité ou en partie au compte capital.*

Cette dépense pourrait prendre le nom de dépense de *grand entretien*, ce qui la distinguerait de la dépense pour *petit entretien* ou *entretien courant*.

Le renouvellement des traverses ou des coussinets, qui a lieu sur des voies qui ne sont pas en cours de réfection, et celui des changements de voie, des croisements, des chariots de service et des plaques tournantes peut être considéré comme dépense de grand ou de petit entretien.

Si on le considère comme dépense de grand entretien, il faudra, dans l'hypothèse de la réfection des voies en dix années, compter de 1,500 à 2,000 fr. par an pour le grand entretien (réfection) d'un kilomètre moyen de voie, et de 2,500 à 3,500 fr. pour le petit entretien (police des voies comprise), le plus gros chiffre répondant au cas d'une voie très-fatiguée, le plus faible à celui d'une voie moins fréquentée; dans le cas contraire, il faudra diminuer de 400 à 500 fr. le grand entretien et augmenter d'autant le petit.

Opinion de Robert Stephenson sur la réfection des voies. — M. Robert Stephenson a traité, avec sa supériorité ordinaire, la question de la réfection des voies devant la Société des ingénieurs civils de Londres. Voici dans quels termes il s'est exprimé :

« C'est une question grave que celle de savoir comment les Compagnies doivent couvrir la dépense nécessitée par la réfection de la voie. Certaines Compagnies font une réserve; d'autres n'en font aucune. Nous n'hésitons pas à nous déclarer pour le dernier système.

« Quand un chemin de fer vient d'être livré à la circulation, la voie et le matériel roulant étant entièrement neufs, l'usure doit aller toujours croissant dans une certaine proportion. Mais il est évident qu'il arrive un moment dans la vie d'un chemin de fer où cet accroissement d'usure doit cesser et où la dépense nécessaire pour l'entretien, y compris la réfection de la voie, doit devenir normale et à peu près invariable. C'est aussi de cette manière que les choses se passent dans les Compagnies d'assurance pour la vie.

« La première année d'existence de la Compagnie, les pertes par suite de décès peuvent être nulles; la seconde et la troisième année, le nombre des décès ne dépassera pas deux ou trois. Les années suivantes, les pertes augmenteront. Mais il arrivera un moment où le nombre des décès deviendra invariable ou à peu près, à moins toutefois de circonstances extraordinaires, telles que la peste. Il en est de la vie des rails et des traverses comme de la vie humaine. L'usure de ce matériel fixe, insignifiante d'abord, croît graduellement jusqu'à ce qu'elle devienne sensiblement constante. Les choses étant ainsi, pourquoi ferait-on une réserve spéciale pour le renouvellement de ce matériel? La réfection de la voie et son entretien sont alors une charge de l'exploitation tout aussi bien que les salaires des employés et l'achat du combustible. Si on doit faire une réserve, ce ne devrait être que dans l'origine du chemin de fer, jusqu'à ce que l'on soit parvenu à la période de réfection et entretien régulier, période à partir de laquelle les frais de réfection et d'entretien tombent à la charge de l'exploitation.

« Le principal argument que l'on ait produit pour défendre la création d'un fonds de réserve, c'est qu'il est bon de maintenir le dividende à peu près constant. Mais on ne doit pas oublier qu'il est sans exemple que les recettes d'un chemin de fer, *considéré isolément*, n'aient constamment augmenté d'année en année. Ce mouvement de recettes toujours ascensionnel, abstraction faite de circonstances exceptionnelles, ne doit pas étonner. La population augmente de 15 pour 100 tous les dix ans, et l'industrie progresserait naturellement, par suite seulement de l'augmentation de la population, si d'autres causes d'ailleurs ne contribuaient à son développement; et, si l'amélioration des moyens de communication ne faisait pas naître le goût des voyages, les progrès de l'industrie en créeraient le besoin.

« Ces considérations suffisent pour démontrer l'inutilité d'un fonds de réserve, si ce n'est dans la prévision de circonstances exceptionnelles. Il suffit que les Compagnies entretiennent constamment la voie en bon état en faisant la totalité des frais d'entretien (réfection comprise) sur l'exploitation.

« Ce que nous disons des frais de réfection de la voie s'applique également à ceux du matériel roulant. »

Nous partageons complétement l'opinion émise par M. Robert Stephenson, et l'ingénieur en chef de l'entretien au chemin de fer de l'Est a basé son rapport sur les principes posés par le célèbre ingénieur anglais.

PRÉPARATION DES BOIS.

Comme il a été constaté que, dans d'assez bonnes conditions de conservation, les traverses en chêne employées pour la construction des chemins de fer ne durent pas au delà d'une quinzaine d'années, et que celles en sapin et en hêtre durent encore moins longtemps, on a essayé un grand nombre de procédés dans le but d'en prolonger l'existence.

Préparation par divers réactifs. — En Angleterre, où les chemins de fer sont généralement posés sur des traverses en sapin, on s'est beaucoup servi pour cela, dans l'origine des chemins de fer, de sublimé corrosif. Les traverses étaient simplement plongées dans un bain de sublimé; mais ce mode de préparation a été abandonné, parce qu'il était coûteux et dangereux. On a remplacé le sublimé corrosif par la créosote impure[1], par le sulfate de cuivre, le sulfate de fer, le pyrolignite de fer, le chlorure de zinc, et par le mélange de sulfure de barium et de sulfate de fer. Ces réactifs sont introduits dans la traverse tantôt au moyen d'une simple immersion dans une dissolution bouillante, tantôt par pression ou succion, comme nous l'indiquerons plus loin; le second l'est toujours par pression.

L'emploi de la créosote paraît avoir obtenu un assez grand succès. On a fait aussi usage avec avantage du sulfate de cuivre et du mélange de sulfure de barium et de sulfate de fer. Quant au sulfate de fer isolé et au pyrolignite, étant acides, ils ont l'inconvénient d'attaquer le bois. Le chlorure de zinc est peu efficace.

[1] Huile obtenue par la distillation du goudron et ne contenant pas réellement plus de 1 à 2 pour 100 de créosote.

En France, toutes les traverses en chêne des chemins de fer de Rouen et du Havre ont été immergées dans un bain de sulfate de cuivre. Il a été reconnu que le sulfate ne pénétrait pas au delà de l'aubier; mais, en imprégnant l'aubier, il prolonge la durée de la traverse, dont l'aubier est toujours la première partie détruite.

La créosote est trop chère en France pour que l'on ait pu jusqu'à ce jour en faire usage sur une grande échelle.

Procédé Boucherie. — Au chemin du Nord, on a préparé un grand nombre de traverses par le procédé Boucherie modifié, et en se servant de sulfate de cuivre. Pour appliquer ce procédé, on prend une pièce de bois de hêtre généralement ronde, ayant deux fois la longueur d'une traverse; on la couche sur le sol, et, à égale distance des extrémités, on donne un trait de scie qui laisse intacte une petite portion de l'épaisseur à la partie inférieure; faisant passer ensuite une cale sous la traverse au-dessous du trait de scie, comme l'indiquent les figures 55, 56 et 57, on élargit la fente.

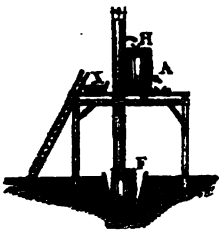


Fig. 55. — Pompe de communication entre le réservoir inférieur *F* et la tonne *A*. Gouttière de distribution H, et panier de sulfate de cuivre *X*.

Fig. 56. — Trait de scie avec les cordes et les tubes.

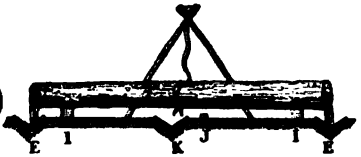


Fig. 57. — Bille en préparation avec la gouttière supérieure, les trois rigoles inférieures *EEK*, les pièces de support *II* et celle du milieu *J* pour l'action des coins ouvrant le trait de scie.

Dans cette fente on introduit un bout de corde plus épais au milieu qu'aux extrémités, et sur lequel on place un entonnoir qui reçoit du sulfate de cuivre en dissolution, au moyen d'un tuyau en caoutchouc, communiquant avec un réservoir supérieur. Le liquide pénètre à droite et à gauche dans les deux traverses. La séve sort d'abord par les extrémités, puis, lorsqu'elle s'est entièrement écoulée, le sulfate de cuivre prend sa place. Le bois ne s'imprègne convenablement que lorsqu'il est vert. Dans le bois de hêtre il se

trouve ordinairement une partie cylindrique intérieure de petit diamètre *a* (fig. 58) qui ne s'imprègne pas. On sépare cette portion morte quand on débite l'arbre en traverses.

Fig. 58.

Procédé Payne.— Au chemin de Strasbourg, on s'est servi du procédé Payne, en introduisant, comme réactif, le sulfure de barium et le sulfate de fer. Ce procédé consiste à placer la traverse dans un cylindre en fonte où l'on fait le vide. On fait ensuite pénétrer successivement dans les cavités de la traverse le sulfure de barium et le sulfate de fer, par pression, au moyen d'une pompe foulante. Il se forme, par double décomposition, du sulfate de baryte qui s'oppose à la pourriture du bois. Les traverses ainsi préparées n'ont pas duré plus de deux ans, mais cela paraît tenir à ce que le procédé n'avait pas été bien appliqué. Le dosage de sulfure de barium et de sulfate de fer n'ayant pas été convenablement fait, la traverse aurait été détruite par le sulfate de fer en excès. En Angleterre, au contraire, d'après le témoignage de M. Payen, on aurait parfaitement réussi à prolonger la durée des bois par ce procédé. Nous n'oserions toutefois en conseiller l'usage, à cause des difficultés que l'on éprouve à exercer une surveillance continue et suffisante sur l'entrepreneur. En outre, ce procédé est peu expéditif.

Supériorité du procédé Boucherie. — Le procédé Boucherie, tel qu'il a été employé au chemin du Nord, semble devoir être préféré. *On considère, sur ce chemin, le procédé Boucherie comme tellement efficace, qu'on n'hésite pas à payer les traverses en hêtre préparé le même prix que celles en chêne préparé.*

La note suivante, que nous devons à l'obligeance de M. Alquié, ne laisse plus de doute sur l'efficacité du procédé Boucherie appliqué à certaines essences de bois :

« C'est en 1846 qu'ont été faits les premiers essais sur le chemin du Nord. Toutes les traverses qui, à cette époque, *ont été bien préparées*, sont aujourd'hui comme le jour où, elles ont été mises en terre. Les procédés employés à cette époque n'étaient pas parfaits, on manquait d'expérieuce. Un assez grand nombre de traver-

ses ont été mal préparées, c'est-à-dire incomplétement. Les parties bien préparées se sont conservées, les autres se sont pourries. Ainsi il est bien certain que la conservation n'est assurée que là où il y a du sulfate de cuivre. Il est donc très-important de ne prendre du fournisseur que des traverses parfaitement préparées. Le procédé Boucherie s'applique parfaitement en général aux bois sans cœur, comme le hêtre, le charme, le bouleau, le pin, etc. Quand le hêtre, le pin ou le sapin ont du cœur, l'aubier seul prend la préparation.

« La Compagnie du Nord a maintenant dans ses voies plus de cent mille traverses de bois préparé par le procédé Boucherie. De nombreux et forts marchés sont encore en cours d'exécution. L'état dans lequel se trouvent les traverses qui ont été bien préparées il y a treize ans, et qui sont dans la terre depuis cette époque, est tel, que je ne puis estimer une limite de durée à ces traverses; il est difficile de donner des résultats comparatifs bien définis. Dans mon opinion la traverse demi-ronde en chêne ne vaut pas grand'chose, je ne crois pas qu'on puisse lui donner une durée moyenne de plus de cinq à six années. Une traverse en cœur de chêne durera plus du double, et enfin pour nous la durée d'une traverse en bois de hêtre, de charme, etc., *bien préparée*, est indéfinie... »

M. Couche, ingénieur en chef, nous a confirmé les renseignements fournis par M. Alquié, et il a ajouté que la réfection du chemin de fer du Nord l'ayant obligé à faire découvrir toutes les anciennes traverses en chêne de ce chemin, il avait reconnu que les traverses demi-rondes ne duraient pas en moyenne plus de cinq à six ans, et celles équarries, plus de douze à quinze ans. Celles en hêtre préparé, découvertes au bout de onze ans, lui ont paru tout à fait neuves.

Procédé Fleury, Légé et Pironnet. — Le procédé Boucherie ne s'applique qu'aux bois en grume ou sous un débit qui s'en rapproche beaucoup. Si donc on s'en est servi avec avantage pour la préparation des traverses de chemins de fer et des poteaux télégraphiques, on n'a pu en tirer parti pour celle des bois destinés aux constructions. Il était nécessaire de trouver un procédé d'un usage plus général. Le problème paraît avoir été résolu

par le procédé connu sous le nom de procédé Fleury, Légé et Pironnet.

Ce procédé consiste : 1° à introduire le bois à préparer dans un grand cylindre en cuivre rouge; 2° à faire passer dans ce cylindre un courant de vapeur de manière à élever la température de toute la masse ligneuse de 65 à 70 degrés pour chasser les gaz engagés dans les tissus et rendre plus perméables tous les conduits, la masse étant rendue par là, en quelque sorte, spongieuse, et la perméabilité devenue plus facile en raison de la coagulation partielle des substances albuminoïdes; 3° à condenser la vapeur en établissant la communication entre le cylindre et un condenseur dans lequel on opère une injection d'eau froide; 4° à interrompre l'injection d'eau et à pousser le vide jusqu'à la réduction de la hauteur de la colonne de mercure à 5 ou 6 centimètres; 5° à établir la communication entre le cylindre et un réservoir contenant une solution à 0,02 de sulfate de cuivre chauffée jusqu'à 70 degrés par la vapeur perdue. Cette solution, poussée par la pression extérieure de l'atmosphère, se précipite dans le cylindre, qu'elle remplit aux neuf dixièmes environ. On complète le remplissage à l'aide d'une pompe foulante, qui introduit une nouvelle quantité de solution cuivrique chaude puisée dans le même réservoir. La pression se trouve ainsi élevée dans le cylindre jusqu'à 12 atmosphères; 6° à établir de nouveau la communication entre le cylindre et le réservoir par un tuyau inférieur, afin de laisser retourner dans ce réservoir la solution non absorbée; 7° à extraire du cylindre les bois injectés de sulfate.

Le courant de vapeur doit circuler dans le cylindre pendant 15 minutes au moins, et quelquefois pendant 30 ou même 60 minutes, suivant le volume et l'essence des pièces de bois. Il passe en excès par un robinet inférieur qui le dirige dans les circonvolutions d'un serpentin plongé dans la solution cuivrique. La vapeur se condense dans ce serpentin en échauffant la solution, et se dirige ensuite soit vers la bâche d'eau d'alimentation, soit dans la solution par le bout recourbé du tube.

La période pendant laquelle on interrompt l'injection d'eau et fait le vide doit durer de 15 à 18 et même 25 minutes suivant les essences.

On opère ordinairement dans deux cylindres simultanément. Les bois sont placés sur de petits chariots. Chaque cylindre en contient deux et chaque chariot porte 32 traverses. L'opération peut être répétée 8 fois en 12 heures. On peut donc préparer 1,024 traverses en 12 heures ou le double en 24 heures.

L'appareil complet comprend :

1° Les deux cylindres avec leurs annexes (soupape de sûreté, manomètre, etc.);

2° Dix chariots, dont quatre logés dans les cylindres, 4 au-dessus en voie de changement et 2 chariots de rechange;

3° Deux pompes à double effet, pompes à air, pompes d'injection, condenseur à vide, transmission de mouvement;

4° Une locomotive de la force de 12 chevaux; destinée à fournir la vapeur;

6° Des cuves en bois doublées de cuivre, serpentin de chauffe et bâche à eau condensée.

De même que le moteur, les cylindres à injecter le bois et tout le mécanisme des pompes sont installés chacun sur un châssis roulant, afin qu'on puisse les transporter facilement aux divers points où le besoin l'exige sur toute la ligne du chemin de fer.

Le procédé Fleury-Légé-Pironnet, dit M. Payen, auquel nous avons emprunté la description qui précède, *a un grand avenir; il peut être appliqué très-avantageusement en tous lieux à la préparation des bois abattus depuis longtemps en France ou importés du dehors, aussi bien des pieux débités ou façonnés que des billes de bois en grume.*

Le procédé Boucherie, inapplicable aux bois secs, est supérieur au procédé Fleury-Légé-Pironnet pour l'injection des bois verts.

Le bois de hêtre s'échauffant facilement quand il n'est plus vert, l'emploi du procédé Boucherie offre de meilleures garanties de la bonne qualité des bois de ce genre livrés par les fournisseurs.

Le procédé Fleury-Légé-Pironnet, nécessitant l'emploi d'un appareil coûteux, ne pourra être employé avec avantage sur une trop petite échelle.

La dépense de la préparation par le procédé Fleury-Légé-Pironnet, est estimée par M. Payen à 9 francs par mètre cube, ce qui, en

supposant que les traverses de chemins de fer cubent à peu près un dixième, ferait 90 centimes par traverse. C'est en effet le prix payé par la Compagnie du Midi.

Par le procédé Boucherie, le prix, abstraction faite du droit de brevet, qui du reste n'existe plus, est aussi de 90 centimes.

La Compagnie du chemin du Midi a traité pour la préparation d'un million de traverses en pin destinées à la pose de la seconde voie de ce chemin. Le bois de pin étant très-abondant dans une partie de la France traversée par cette ligne, les traverses ne reviennent pas à la Compagnie à plus de 3 francs 5 centimes pièce.

La Compagnie du Nord a traité pour la fourniture et la préparation de 100,000 traverses en sapin du Nord, cubant moyennement $0^{m},0854$, au prix de 5 francs 50 centimes l'une.

La Compagnie de Lyon fait aussi usage de ce procédé. Le réseau de l'Est, traversant des pays riches en forêts, n'a pas trouvé avantage jusqu'à présent à l'employer. Elle continue à préparer ses traverses par le procédé Boucherie.

Traverses en chêne écorcé sur les chemins allemands. — Sur les chemins du Palatinat et des bords du Rhin, on ne prépare pas les traverses en chêne, mais on les dépouille de leur aubier à coups de hache. On prétend aussi qu'en les posant simplement sur le sable, et laissant toute la partie supérieure découverte, on en prolonge la durée. Ce dernier fait nous paraît contestable; nous avons indiqué précédemment que sur nos chemins français nous nous étions appliqués, au contraire, à les envelopper complétement de ballast.

L'instruction sur les chemins bavarois recommande d'enlever dans les traverses en chêne l'aubier, jusqu'à faire reposer entièrement sur le bon bois les coussinets ou les rails. « Il vaudrait encore mieux l'enlever entièrement, ajoute l'instruction. Cet enlèvement de l'aubier est également désirable dans les traverses en pin; mais, en général, il est trop fort, et il resterait trop peu de bon bois. » Nous lisons encore dans la même instruction : « Une couche de ballast de moins de $0^{m},09$ sous les traverses ne présente aucun avantage, et doit même être considérée comme nuisible. Avec une voie avec rails à coussinets il n'y aucune objection à faire contre une couverture suffisante de ballast. Dans une voie avec rails à

base large on regarde la couche de ballast comme également utile, quand ces traverses sont en chêne, puisque le bois, tout en se fendant facilement, retient suffisamment les chevilles : quand au contraire les traverses sont en bois tendre, l'expérience a montré qu'il convient de pouvoir bien observer les chevilles, et provisoirement, pour cette raison, on s'abstiendra de couvrir les traverses. Pour vider entièrement la question, on maintiendra en attendant, et à titre d'essai, la couche de ballast sur les traverses en pin de la ligne d'Augsbourg à Ulm. »

NOUVEAUX SYSTÈMES DE VOIES.

On a proposé récemment en France et en Angleterre un grand nombre de modes nouveaux d'établissement de la voie; nous allons passer en revue les principaux d'entre eux.

L'efficacité des procédés de conservation des bois ne paraissant pas encore constatée avec assez de certitude, on a proposé divers modes de construction de la voie dans lesquels on supprime complétement l'emploi du bois.

Systèmes de plateaux-coussinets. — Sur le chemin de Versailles (rive gauche), sur celui de Chartres, et sur le chemin de Strasbourg, on a essayé de substituer aux traverses et coussinets ordinaires des plateaux en fonte, coulés d'une seule pièce avec le coussinet, et réunis par des tringles en fer rond destinées à maintenir l'écartement[1] (figure 59).

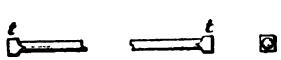


Fig. 59. — Plateaux-Coussinets.

Le poids de deux plateaux-coussinets avec la tringle d'écartement ne dépassant pas le tiers du poids d'une traverse ordinaire avec ses

[1] Voir sur ce système de voies un Mémoire de M. Lemoine, ancien ingénieur au chemin de Strasbourg, inséré dans le 2e cahier de la 6e année des *Mémoires de la Société des ingénieurs civils* (1853).

accessoires, il résulte de la légèreté et du peu de volume de cet ensemble, ainsi que de la faible surface de la base par laquelle les plateaux reposent sur le sol, que le système manque de stabilité. De ce manque de stabilité provient un excès d'élasticité ou de flexibilité qui nuit à l'entretien de la voie, et affecte principalement les plateaux de joints; ceux-ci éprouvent plus de tassement et se brisent plus facilement que les plateaux intermédiaires. De plus, les trains prennent un mouvement vertical d'ondulation qui accroît l'action destructive que leur passage exerce ordinairement sur la voie, et, en raison du peu de profondeur à laquelle les plateaux sont enfouis dans le ballast, la gelée pénètre dessous et dérange leur assiette. Un autre inconvénient grave, c'est que les plateaux subissent insensiblement un mouvement inégal de translation ou un dérangement longitudinal qui amène la tringle de jonction dans une position oblique, la raccourcit en quelque sorte, et produit ainsi une torsion des rails qui rend la voie sinueuse et peut provoquer des mouvements de lacet dans la marche des trains. Un autre défaut des plateaux-coussinets consiste dans la tendance qu'ont les rails à prendre une inclinaison transversale différente de celle qu'on leur a donnée dans la pose ou le relevage, et que la libre action des véhicules semblerait devoir maintenir. Cette inclinaison devient plus grande, et il en résulte que la voie perd de sa largeur et que, les jantes des roues portant plus particulièrement sur le bord extérieur du champignon du rail, ce champignon s'écrase, ou au moins s'use plus rapidement que dans les circonstances ordinaires. L'une des causes de cet effet réside dans la pression exercée contre les tringles par le ballast, lorsque le tassement des plateaux s'opère; les tringles se courbent, et, comme le point d'attache est dans la joue du coussinet, elles font subir, en se courbant, un mouvement de bascule aux plateaux.

Les plateaux, du moins en leur supposant les dimensions qu'on leur a données jusqu'à ce jour, se brisent plus facilement que les coussinets, et la rupture d'un plateau est plus sujette à provoquer un accident que celle d'un coussinet, dont les fragments sont retenus à la traverse par les chevilles. Les plateaux nécessitent enfin l'emploi d'un ballast fin qu'il est souvent difficile de se procurer.

M. Lemoine, ancien ingénieur principal aux chemins de l'Ouest, pense que l'on pourrait remédier à la plupart des inconvénients des plateaux-coussinets en augmentant leur poids, et en remplaçant les tringles rondes par une tringle méplate posée de champ. Ce système serait coûteux et n'aurait peut-être pas tout le succès que M. Lemoine en attend.

Au chemin d'Orléans, on a essayé des coussinets-plateaux en fonte analogues à ceux employés sur le chemin de l'Est, sans obtenir de meilleurs résultats.

En Angleterre, où la fonte et le fer sont à très-bas prix, on a établi, dans ces dernières années, des supports du même genre, mais beaucoup plus lourds et plus rigides.

Système des cloches en fonte. — La figure 60 représente le mode de construction du chemin d'Alexandrie au Caire, établi dans ce système; les plateaux sont remplacés par des cloches reliées par une forte tringle en fer méplat boulonnée sur une oreille venue de fonte sur chaque cloche.

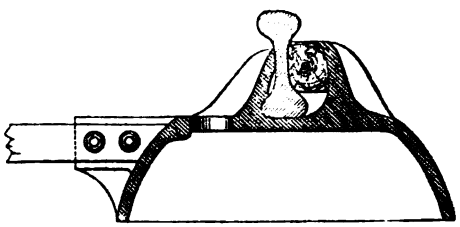


Fig. 60. — Cloches-coussinets du chemin d'Alexandrie au Caire.

Autres systèmes variés. — En Belgique, on a mis à l'essai plusieurs systèmes de traverses à plateaux, reliés tantôt par des tringles, tantôt par des bouts de rails hors de service. Les ruptures fréquentes de ces plateaux ont rendu l'entretien fort dispendieux. On a également employé sur les chemins belges quelques traverses en fer laminé de sections diverses. On a remarqué que les coussinets fixés sur ces traverses étaient très-sujets à se rompre.

Nous citerons également une traverse en tôle pliée en forme de gouttière trapézoïdale qui figurait à l'exposition de Londres.

M. Samuel, ingénieur anglais du chemin de *Eastern Counties*,

a proposé un système de supports qui se rapproche manifestement de celui des longrines. Ainsi il a établi un bout de voie dans lequel les rails sont pris entre deux pièces de bois évidées de manière à embrasser ces rails jusque près du champignon (fig. 61). Ces pièces de bois sont logées dans une sorte de gouttière en fonte

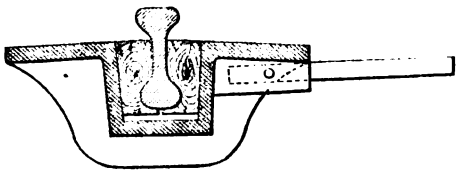


Fig. 61. — Voie du système Samuel.

de 1 mètre de long, munie à sa partie supérieure de nervures qui portent sa largeur totale à $0^m,40$ environ. Les supports de deux files de rails sont reliés par une tringle en fer fixée au milieu dans des logements venus de fonte sous les nervures du support. Pour chaque rail de $4^m,50$, il y a trois gouttières semblables; les joints

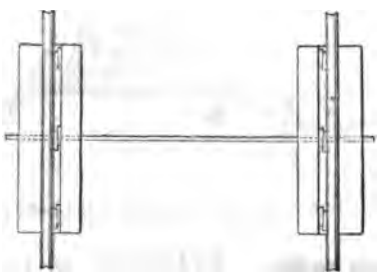


Fig. 62. — Voie du système Hoby.

sont consolidés au moyen de platines. La figure 62 représente une gouttière analogue inventée par Hoby. Elle diffère de la précédente en ce que le rail y est directement fixé au moyen de trois paires de coins, et en ce que la tringle d'écartement est méplate et posée de champ, fixée dans une mortaise au moyen d'une clavette et d'un goujon (fig. 63). Cette disposition a l'avantage de s'opposer efficacement au dévers.

Rails employés aux États-Unis. — Les ingénieurs américains, qui ne reculent pas devant les essais, ont expérimenté toute espèce de systèmes de voie, à l'exception du rail Barlow, dont ils n'ont pas fait usage.

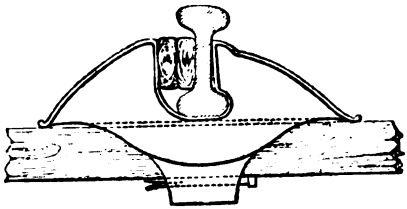


Fig. 63.

Le rail le plus anciennement employé est celui figure 64. On s'en est servi au chemin de Long-Island, entre New-York et Boston; sa longueur était de 5 mètres; son poids, par mètre courant, de 15 kilogrammes environ. Le coussinet avait la forme indiquée sur la figure, et le rail y était fixé au moyen d'une clavette en fer; ce coussinet portait sur des traverses. Ce rail est actuellement remplacé par le rail à patin.

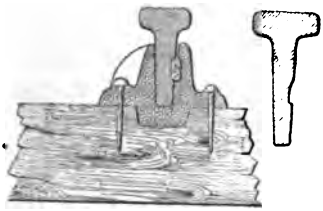


Fig. 64.

Fig. 65.

Les Américains se sont aussi préoccupés des joints; ils ont cherché à faire des rails composés de deux parties boulonnées dans lesquelles les joints se croisaient (fig. 65); ce rail a été essayé sur le chemin du Nord à Érié; mais ce système n'a pas eu grand succès, non plus que celui représenté figure 66, qui a été employé sur le chemin de Baltimore à l'Ohio. Les Américains n'ont pas encore songé à employer les éclisses.

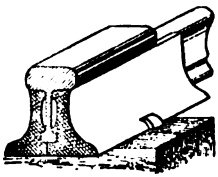


Fig. 66.

Système Pouillet. — Parmi les nouveaux systèmes de construction de la voie, nous devons indiquer le système Pouillet, qui a été adopté exclusivement pour la construction du chemin de ceinture et appliqué sur une grande échelle au chemin du Nord. Dans ce système, les traverses sont en bois vif équarri. Elles ont toutes les mêmes dimensions; leur épaisseur est de $0^m,06$ seulement, leur longueur de $2^m,10$ et leur largeur de $0^m,16$ à $0^m,20$. Elles sont recouvertes d'un vernis appelé *vernis-railway* qui en prolonge la durée. Ces traverses reposent par leurs extrémités sur des plateaux carrés en bois, nommés *tables de pression*, de $0^m,05$ d'épaisseur et de $0^m,60$ de côté, généralement composés de deux pièces juxtaposées et réunis aux traverses par des boulons (fig. 67).

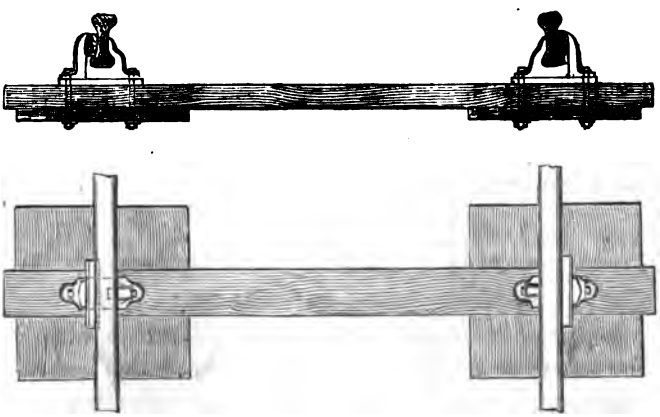


Fig. 67. — Voie Pouillet.

Les coussinets ont une forme particulière qui permet de donner au sabotage et à la pose la plus grande précision. Ils sont fixés sur les traverses par les boulons qui réunissent les traverses elles-mêmes aux tables de pression.

Les voies ainsi construites, *quand elles sont neuves*, se distinguent des voies ordinaires par une plus grande précision dans l'exécution et par une plus grande stabilité; aussi le roulement des convois y est-il très-doux; le matériel roulant n'éprouve plus de secousses violentes, et la traction parfaitement régulière n'a plus à

vaincre de résistance étrangère à celle résultant du poids des convois et de l'atmosphère.

Les essais faits de ce système sur les chemins de l'Est et de l'Ouest ont été trop incomplets pour qu'on puisse en tirer des conséquences utiles.

La Compagnie du Nord s'est montrée pendant longtemps tellement satisfaite du système Pouillet, qu'elle a employé, de 1853 à 1855, 236,000 traverses à table de pression; mais elle n'a plus aujourd'hui la même prédilection pour ce système de voies.

Au chemin de ceinture comme au chemin du Nord, ce système est abandonné. Depuis dix-huit mois environ toutes les traverses pourries ou endommagées sont remplacées par des traverses ordinaires.

Les défauts que l'expérience a révélés dans le système de voies Pouillet sont les suivants :

Les frais d'entretien, après un certain nombre d'années, loin d'être plus faibles qu'avec le système ordinaire, sont au contraire plus élevés.

Le bourrage du sable sous les plateaux est fort difficile, soit à cause de leur grande largeur, soit à cause de la faible distance qui sépare les deux plateaux réunis par une traverse. Le sable, bien bourré sur les bords, l'est fort mal au milieu.

Le bourrage étant mieux fait sous les traverses qui sont étroites, et les plateaux s'abaissant inégalement par suite du tassement sur certaines parties du chemin, la traverse, trop mince pour résister à la flexion, se ploie et devient convexe.

Un grand nombre de traverses au chemin de ceinture, malgré l'emploi du vernis-railway, se sont trouvées pourries après sept ou huit années d'usage, et, par suite de leur faible épaisseur, elles ne peuvent plus, dans cet état, lors même que la pourriture ne pénètre pas à une grande profondeur, résister aussi longtemps que les traverses épaisses de la voie ordinaire. En cas de déraillement, elles sont coupées par le boudin des roues.

Le coussinet, au bout d'un certain temps, s'enfonce dans la traverse, et il n'est plus possible alors de *rafraîchir* l'entaille qui lui sert de logement, comme cela se fait avec les traverses ordinaires.

La pression latérale, dans les courbes surtout, en agissant sur les boulons qui réunissent les coussinets, les plateaux et la traverse, en agrandissent les trous, et la voie s'élargit.

En cas de rupture d'un coussinet enfin, il faut dévisser l'écrou qui retient le boulon, et cet écrou, se trouvant sous le plateau, est difficile à enlever.

Le *système Pouillet peut donc être considéré comme définitivement condamné par l'expérience*, et, bien que le brevet soit expiré, aucune Compagnie n'en fait usage.

Système Barberot. — Dans le système Barberot (fig. 68), le coussinet n'existe plus. Le rail repose directement et sans intermédiaire sur la traverse dans une entaille de 1 à 2 centimètres de

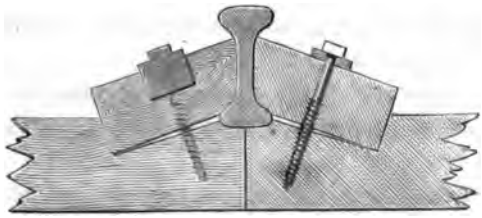


Fig. 68. Serre-rail Barberot.

profondeur pratiquée suivant la moulure du champignon, et il est soutenu de chaque côté par deux cales ou coins en bois *debout* (chêne ou acacia) de $0^m,15$ de long sur $0^m,10$ d'équarrissage et 0,12 pour les joints. Ces cales sont coupées selon la forme du rail du côté où elles s'arc-boutent contre lui, et s'appuient de l'autre côté dans l'entaille suivant un angle obtus qui permet de les serrer et de les retirer sans effort. Cette entaille a quelques millimètres de moins en longueur que la cale elle-même, qui, par cette disposition, jouit de toute sa puissance de serrage. Un léger intervalle est ménagé entre la cale et la traverse dans la partie qui touche au rail, afin de permettre d'augmenter le serrage à volonté. Pour prévenir les fentes longitudinales qui pourraient survenir par suite de la pression qu'elle exerce ou par l'effet de la dilatation, et lui conserver toute sa force quand même ces fentes se manifesteraient, la cale est saisie par une bride en fer dont les mentonnets maintien-

nent les flancs; une vis à bois dont les dimensions et les filets ont été spécialement étudiés pour cet objet traverse cette bride, ainsi que la cale, et pénètre jusqu'au cœur même de la traverse. La cale extérieure est plus épaisse que l'intérieure et peut s'élever jusque sous la tête du rail; la cale intérieure, reste un peu plus bas, afin de ne pas se trouver en contact avec le bourrelet des roues.

Les principaux avantages que M. Barberot attribue à son système se résument de la manière suivante : la voie est plus douce que les voies ordinaires; elle est moins coûteuse d'établissement, l'entretien en est plus facile, les vis ne sont pas exposées à se soulever et à se détacher comme les chevillettes; elles n'ont pas d'autres fonctions à remplir que celle de tenir la cale à sa place et de la serrer à volonté contre le rail; les rails, dans le système ordinaire, glissent le long des coins, selon la direction du mouvement des convois. Dans le système Barberot, au contraire, plus la charge qui viendra fouler les rails sera pesante, et plus ils seront étreints entre les deux cales, qui agissent sur eux comme deux coins. La durée des cales n'est pas à comparer à celle des coins : ceux-ci sont placés dans des conditions beaucoup moins favorables; leur volume diminuant, leur tête étant écrasée par les coups de marteau (chasse-coin) dont on est obligé de faire un fréquent usage pour les maintenir en place, et le bois qui les compose se fendant sous l'action de ces marteaux, ils sont, au bout de très-peu de temps, hors de service, ce qui n'arrive pas avec les cales. Enfin les rails, portant, dans le système Barberot, sur toute la largeur de la traverse, ont une plus grande assiette, et la portée intermédiaire du rail, pour des écartements égaux de traverse, est moins longue. Il en résulte que la flexion qui s'opère dans chaque intervalle, au passage des trains, est moins sensible, ce qui permettrait de donner, pour une flexion égale, un plus grand écartement aux traverses.

Les essais du système de voie de M. Barberot remontent déjà à plusieurs années. En 1853 il en a été posé 100 mètres sur la ligne de Strasbourg, entre Paris et la Villette; depuis, on en a établi 5 kilomètres au chemin de fer d'Orléans, et on en a fait l'application en grand sur le chemin de fer de Fécamp et sur l'embranchement de Creil à Saint-Quentin.

Les essais des lignes de Strasbourg et d'Orléans ont été faits en employant le système pour les supports intermédiaires et pour ceux de joint; ces derniers ont donné les mauvais résultats auxquels on devait s'attendre : la pénétration des traverses et des cales par les extrémités des rails a produit rapidement des désaffleurements considérables.

Au chemin de fer du Nord, le système Barberot, avec éclisses aux joints, est employé sur une grande échelle à la réfection des anciennes voies à coussinets.

Les coussinets usés sont remplacés avantageusement par des cales en bois, en attendant que le rail à patin soit substitué au rail à champignon. D'après plusieurs rapports qui ont été mis sous nos yeux, les voies dans ce système, sur ce chemin, se conservent bien, et sur certains points que nous avons visités, et où elles ont été posées il y a déjà plusieurs années, elles ne paraissent pas avoir souffert. Toutefois les ingénieurs du Nord hésiteraient à en faire usage de préférence aux voies à coussinets pour l'établissement de voies entièrement neuves.

Au chemin de l'Ouest on se montre beaucoup moins satisfait du système Barberot. Les ingénieurs de ce chemin prétendent qu'après peu de temps, la paroi de l'entaille contre laquelle s'appuie la cale s'usant et augmentant d'inclinaison, la cale perd toute sa solidité, que les vis prennent du jeu, surtout lorsque le bois est altéré, etc. Ils nous ont montré une traverse où effectivement l'entaille était complétement déformée.

De ce qui précède nous croyons pouvoir conclure que le succès du système Barberot dépend beaucoup de la manière dont il est appliqué. Au Nord, on s'est attaché tout particulièrement à n'employer ce système qu'avec des traverses en bois équarri ne contenant pas d'aubier ou n'en contenant que très-peu, et l'épure de l'entaille ainsi que celle de la vis ont été étudiées avec soin. A l'Ouest, probablement, on s'est moins préoccupé de certains détails d'exécution. Ainsi la traverse que nous avons vue était une traverse demi-ronde où l'entaille avait été pratiquée en partie dans l'aubier, ce qui explique sa rapide déformation.

Le serre-rail Barberot pourrait être avantageusement employé

dans la voie Vignolles, si cette voie manifestait plus tard, en certaines parties et notamment dans les courbes, la tendance au déversement que lui reprochaient ses adversaires. — Les serre-rails ne seraient adaptés qu'aux traverses intermédiaires, les joints restant éclissés et supportés par une traverse.

VOIE DES CHEMINS A TRACTION DE CHEVAUX.

Nous n'avons parlé jusqu'à ce moment que de la construction de la voie des chemins à traction de locomotives. Nous devons dire quelques mots aussi de celle des chemins à traction de chevaux établis à la surface du sol ou dans l'intérieur des mines.

Les plus importants de ces chemins sont établis dans les rues de plusieurs grandes villes des États-Unis. La description suivante du mode d'établissement de la voie sur les chemins américains est empruntée au journal allemand *Zeitschrift für Bauvesen*. Plus loin, au chapitre des wagons et à celui des moteurs, on trouvera des détails sur leur tracé et sur leur matériel roulant[1].

Rails des chemins américains à traction de chevaux. — Les rails actuels des chemins américains, à traction de chevaux, désignés sous le nom de *tram-rails* ou *groove-rails*, reposent tous sur des longerons en bois. La forme en a été déterminée de manière qu'elle satisfasse à différentes exigences. Ainsi il ne suffit pas que le rail guide convenablement les roues munies de bourrelets, il faut encore qu'enchâssé dans la chaussée il soit disposé de telle façon que les voitures ordinaires puissent au besoin rouler dessus ou le quitter pour reprendre la voie ordinaire. On a proposé, dans ce but, différentes formes de rails.

La figure 69 représente les rails des chemins de New-York, Boston, Brooklyn, Philadelphie et Saint-Louis. Leur poids varie de 25 à 90 livres par yard (12 à 44 kilogr. par mètre); les plus légers sont ceux de Saint-Louis et de Philadelphie, les plus lourds ceux de la quatrième avenue de New-York, sur lesquels passent les lourds wagons à huit roues des chemins de New-York et Harlem. Les rails

[1] Consulter aussi, pour la construction des rails à traction de chevaux, un Mémoire de M. d'Adhémar, publié par M. Balbiano de Viale.

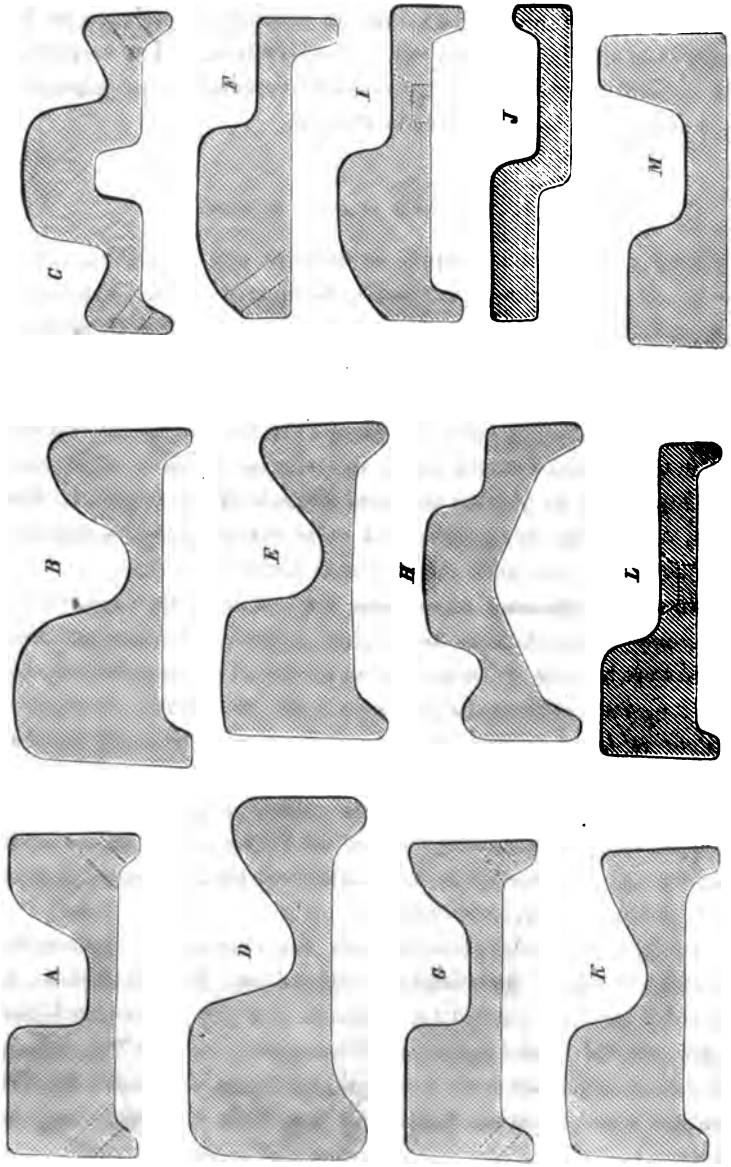


Fig. 69.

de l'avenue n° 3 sont aussi, sans trop de raison, très-lourds. Aujourd'hui, sur le même chemin, on pose des rails plus légers du profil C, fig. 69.

LÉGENDE

Des rails des chemins à traction de chevaux employés dans le nord des États-Unis.

Fig. 69. A. New-York, II, avenues.
— B. — III, —
— C. — III, —
— D. — IV, —
— E. — VI, —
— F. Boston-Métrop.-Road-Rocbury.
— G. New-York, VIII, avenues.
— H. — VI, —
— I. South Boston Broadway.
— J. Saint-Louis.
— K. Brooklyn.
— L. Philadelphie.
— M. Rail en fonte pour les courbes de petit rayon.

Dans les courbes de petit rayon on pose des rails *en fonte;* le rail extérieur est plat et le rail intérieur présente la forme M (fig. 69), avec saillie d'une certaine hauteur pour empêcher le déraillement. Ces rails ont environ 8 pieds ($2^m,45$) de longueur et s'assemblent à l'aide de petits tenons fixes.

La largeur de la voie des chemins de Philadelphie est de 5 pieds 2 pouces ($1^m,57$). Cette largeur de voie correspond à l'écartement des roues jumelles de la plupart des véhicules ordinaires, qui peuvent ainsi passer sur les rails. Les chemins de New-York, Brooklyn et Boston n'ont que 4 pieds 8 1/2 pouces de largeur de voie, ce qui est trop peu pour les véhicules ordinaires. Il arrive souvent alors que les cochers ou charretiers font seulement passer une de leurs roues sur un des rails, tandis que l'autre continue à rouler sur le pavé.

Dans le cas de deux voies juxtaposées, la distance entre ces voies, d'axe en axe, est généralement de 10 pieds (3 mètres), de manière qu'il reste entre les wagons circulant sur l'une et sur l'autre voie une distance de 2 pieds ($0^m,60$).

Les rails en fer laminé ont de 18 à 24 pieds ($5^m,50$ à $7^m,30$) de longueur. Ils sont fixés à des longerons en sapin qui ont 5 pouces ($0^m,13$) de largeur, et dont les arêtes supérieures sont abattues, afin que le rail les embrasse parfaitement. Les rails sont

ordinairement assujettis aux longrines par des clous qui se logent dans des trous traversant le longeron obliquement. Cette manière de fixer le rail a pour objet d'arrêter solidement le clou maintenu par le pavé, et d'empêcher l'accès de l'eau contre le bois. Comme en réalité aucun de ces buts n'est atteint, on a, sur des chemins de Philadelphie, substitué aux vis des boulons à vis dont les têtes sont noyées, et qui sont fixés aux longerons comme le montre le profil L (fig. 69). Ces boulons sont éloignés les uns des autres de 2 à 3 pieds ($0^m,60$ à $0^m,90$). Sous les joints on place des plaques en fonte ou en fer forgé de 12 pouces ($0^m,30$) de longueur, qui pénètrent dans le longeron maintenues également par des boulons.

Les longerons ont environ 20 pieds (6 mètres) de longueur, et ils reposent sur des traversines de 6 pouces ($0^m,15$) de largeur, 5 pouces ($0^m,12$) de hauteur, et 7 pieds ($2^m,10$) de longueur. Les traversines sont en chêne ou en châtaignier. Elles sont éloignées de 4 à 6 pieds ($1^m,20$ à $1^m,80$) les unes des autres. Les longerons sont assujettis aux traversines le plus souvent au moyen de petites équerres en fonte clouées, ou, comme à Saint-Louis, au moyen de coins en bois dur, comme cela est indiqué par les figures 72 et 74, ce qui cependant diminue la durée des traversines. Les traversines aux joints sont plus larges et on les assujettit au moyen de deux équerres contiguës.

Quand on emploie le procédé appliqué à Saint-Louis, il n'est plus nécessaire de consolider les joints.

Dans les courbes, les longerons sont ployés. Pour cela on fait passer des traits de scie verticaux jusqu'à moitié de la largeur du côté concave des pièces de bois, et, après les avoir fixés sur les traversines, on leur donne la courbure au moyen de coins.

Les pièces de croisement sont de fonte coulée en coquille et de la forme la plus simple. Le cœur seulement est en fer forgé et rivé sur la semelle en fonte.

Dans le cas d'intersection de deux voies à angles droits, on emploie des pièces qui sont également de fonte coulée en coquille.

Les figures 78 et 79 représentent ces pièces de croisement.

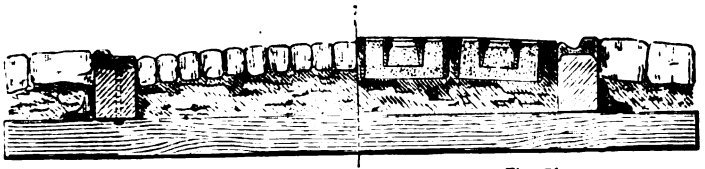


Fig. 70. Fig. 71.

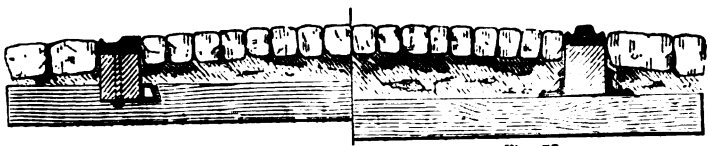
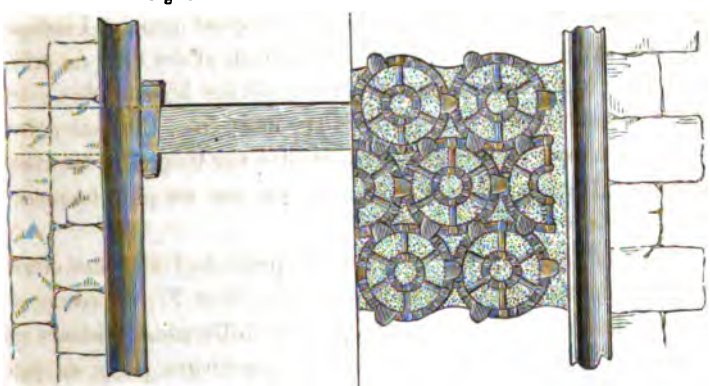


Fig. 72. Fig. 73.



Fi . 74. Fig. 75.

Fig. 76.

Fig. 77.

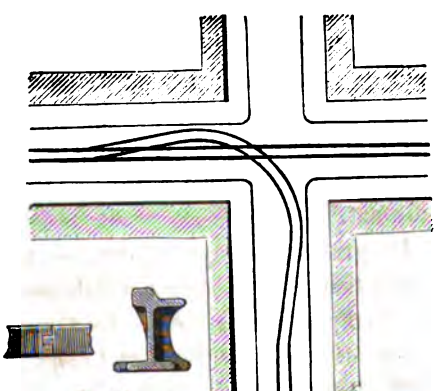


Fig. 79.

LÉGENDE

Des établissements des voies pour un chemin à traction de chevaux.

Fig. 70. Voie de Philadelphie.
— 71. New-York, VIII, avenues.
— 72. Saint-Louis.
— 73. New-York, III, avenues.
— 74. Plan de la voie de Saint-Louis.
— 75. Plan de la voie de New-York, VIII, avenues.
— 76. Coupe d'un pavé en fonte.
— 77. Plan de ce pavé.
— 79. Voie dans les rues étroites.

Les longerons reposent sur un lit de cailloux bien damé, et une partie de l'intervalle qu'ils laissent entre eux est également remplie de cailloux. On pose ensuite le pavé disposé comme l'indique la fig. 70. On place à l'extérieur des longerons et des rails de gros dés en pierre, ayant surtout pour objet d'empêcher les rails de s'écarter. Ces dés sont sur deux rangées, ou sur une seule. L'espace entre les rails est rempli de petites pierres rondes sur lesquelles les chevaux cheminent mieux et plus sûrement que sur un pavé composé de grosses pierres.

Dans la *Vescy-Strasse* on a, sur une pente de 1/43, posé entre les rails un pavé en fonte. Chaque pavé (fig. 76 et 77) est composé de deux cylindres creux concentriques de différentes hauteurs reliés entre eux par six rayons. La surface supérieure porte de petites saillies qui ont pour objet d'empêcher les chevaux de glisser, tandis que d'autres, pénétrant dans les pierres voisines (fig. 75), servent à relier le tout ensemble. Les espaces intermédiaires sont remplis de cailloux fortement damés ou de terre. On trouve aussi ce genre de pavé dans quelques-unes des rues les plus fréquentées de New-York, sur toute la largeur de la chaussée. Ce pavé se maintient parfaitement, tandis que celui des autres rues, au contraire, est en mauvais état.

Le pavé de fonte paraît donc se bien comporter et coûte peu d'entretien, mais il est cher d'établissement, et c'est ce qui empêche que l'emploi s'en répande. La Compagnie dite *New-York Iron pavement and Street Railway Company* fournit le yard carré de ce pavé au prix de 5 à 6 1/2 dollars (32 à 42 fr. le mètre carré). Dans ce prix, la main-d'œuvre entre pour une grande partie de la

dépense. La même Compagnie livre des pavés plus légers pour trottoirs ou pour chemins, sur lesquels ne passent pas de lourdes charges, au prix de 1 dollar par yard carré (6 fr. 40 par mètre carré), et elle s'engage, pour une faible rétribution, à entretenir ce pavé pendant quinze ou vingt ans, et même pendant un plus long espace de temps, si on le désire.

Il faut nettoyer souvent les voies de fer. La boue séjourne surtout sur la face inférieure des rails, là où l'eau peut s'amasser et se mêler à la poussière. Pour éviter cet inconvénient, à Saint-Louis on a adopté la forme des figures 73 et 74, placé la voie aussi haut que possible, et obtenu ainsi un écoulement plus parfait de l'eau. Les bourrelets des roues, dans ce cas, sont extérieurs.

La pose des voies de fer se fait avec la plus grande rapidité. En quarante-huit heures on peut poser 400 pieds courants (120 mètres courants) de voie, y compris le pavage.

Bien que les rues des villes américaines soient asséchées par des canaux souterrains et que le bois aux États-Unis soit à bon marché, l'entretien des chemins de fer y est coûteux, parce que les longerons sous le pavé sont au bout de peu de temps ébranlés et dérangés. On n'estime pas leur durée à plus de sept années. La réfection coûte environ 7,000 dollars par mille anglais (23,000 fr. par kilomètre).

Rails des chemins français à traction de chevaux. — Il existe depuis longtemps entre Paris et Versailles, Paris et Saint-

Fig. 80.

Fig. 81.

Cloud, un chemin à traction de chevaux établi par M. Loubat. La figure 80 représente la disposition des rails de ce chemin. On

leur reproche de se renverser en dehors de la voie par suite de la pression latérale du bourrelet des roues.

La figure 81 représente une autre forme de rail employée par M. Henry, inspecteur au chemin de fer de l'Est.

La figure 82 enfin représente le rail pour chemin à traction de chevaux essayé récemment par M. Galy-Cazalat.

Pour rendre les voies ferrées lucratives, en diminuant considérablement les frais d'établissement et d'entretien des rails établis sur les routes communales, M. Galy-Cazalat a imaginé de supprimer les longrines et de remplacer les rails par des tuyaux en tôle de fer remplis d'un ciment qui les rend aussi résistants que des cylindres en fer plein.

Les tuyaux ou rails cylindriques, ayant environ 7 centimètres de diamètre et $1^{m},50$ de longueur, sont fermés à leur base par des tampons de bois ou de fonte rivés à la tôle.

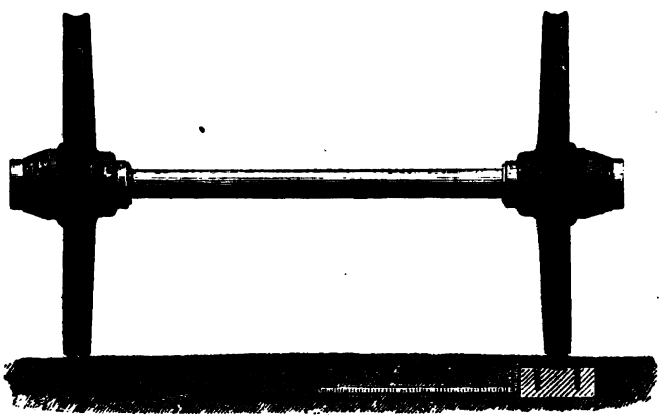


Fig. 82.

Ils sont fixés bout à bout dans le sol damé, recouvert d'une couche de sable ou de béton goudronné, de manière à former une saillie d'environ 2 centimètres sur laquelle roulent les voitures, dont les roues sont creusées en gorge comme des poulies.

Pour prévenir leur enfoncement par le poids des voitures, les bouts contigus des rails sont encastrés et fixés sur un dé de bois

par une bride en fer qui embrasse les extrémités rétrécies des tampons juxtaposés.

Le parallélisme des côtés de la voie est maintenu par les gorges des roues et par des tiges de fer dont les bouts aplatis sont vissés sur les dés correspondants.

Le rail usé à sa partie supérieure peut-être facilement retourné ou remplacé. Il suffit pour cela de desserrer les brides qui en fixent les extrémités.

La forme convexe des tuyaux empêche le sable ou la boue de séjourner sur la surface du roulement, inconvénient si grand dans les rails à ornière existant aujourd'hui. Les tuyaux pleins se courbent à froid très-facilement. Les gares d'évitement, étant soumises aux conditions ordinaires, présentent moins de difficultés que dans les chemins de fer parcourus par des locomotives. Toutefois les rencontres des deux lignes se font par des aiguilles de fer plein, ayant les formes connues et qui se raccordent avec les tuyaux cylindriques auxquels on les a rivées.

Le rail Galy-Cazalat est incontestablement très-économique, mais il n'offre pas une surface de roulement aux roues des voitures ordinaires comme ceux des chemins établis en Amérique ou comme le rail Henry. Il n'a d'ailleurs pas subi l'épreuve de la pratique, et on peut craindre qu'il ne se déforme sous la pression des roues.

CHEMINS DE FER DANS LES MINES.

Les chemins de fer dans les mines sont construits avec des rails légers en fer méplat ou avec des rails à champignon. La voie de ces chemins doit être facile à monter et à démonter.

On trouvera une description complète de ce genre de chemins dans l'ouvrage de M. Amédée Burat, professeur d'exploitation des mines à l'École centrale des arts et manufactures, *sur le matériel des houillères en France et en Belgique*. C'est à cet ouvrage que nous empruntons les données suivantes :

La voie des chemins de fer dans les houillères est en général de $0^m,60$ à $0^m,80$. Les dimensions des rails varient avec la charge qu'ils doivent porter. On donne le plus souvent la préférence au rail en

fer méplat. Les barres de fer pour les wagons contenant 500 kilog. de poids utile ont $0^m,055$ sur $0^m,011$, et, si le poids utile s'élève, comme à Blanzy, à 1,000 kilogr., ils ont $0^m,07$ sur $0^m,02$.

Les rails des chemins de fer souterrains, pour offrir les conditions désirables de solidité, doivent être maintenus par des coussinets.

Aux mines d'Anzin on a substitué les traverses en fer méplat aux traverses en bois, et on a coulé sur ces traverses des coussinets en fonte en déterminant la solidarité par des trous ou des encoches pratiqués à chaque extrémité.

Quand on adopte des rails à champignon simple ou double, c'est afin d'augmenter la résistance latérale nécessaire surtout au passage des courbes. M. Cabany arrive au même but avec des barres de fer méplat, en rapprochant les traverses dans les courbes.

A Newcastle on fait usage de petits rails Vignolles du poids de 8 à 9 kilogr. pour les voies ordinaires, et de 11 kilogr. pour les voies sur lesquelles les transports s'opèrent mécaniquement. Ces rails sont fixés par des clous à des traverses en bois. Ce genre de voies, sur un sol qui se gonfle, manque de solidité.

Les voies ferrées souterraines s'établissent à bon marché. A Anzin, les chemins souterrains établis avec $0^m,60$ de largeur seulement ne coûtent que 5 francs le mètre courant. Nous décrirons plus loin les wagons en usage sur les chemins de fer de mines et nous parlerons des moteurs.

CAHIER DES CHARGES.

Il nous reste à indiquer les conditions de fabrication que l'on impose aux industriels qui entreprennent la fourniture des rails, coussinets, chevilles ou crampons qui entrent dans la composition de la voie. Ces conditions sont stipulées dans un cahier des charges annexé à chaque marché.

L'une des questions les plus importantes dont les ingénieurs de chemins de fer ont à se préoccuper aujourd'hui est celle de la consolidation de la voie et de l'augmentation de la durée, car les voies de nos grandes lignes ont été rapidement détruites; et, si l'on a égard au poids des machines et des véhicules de toute nature en

usage, on doit craindre que les voies qui les remplacent durent moins longtemps encore. Les modifications apportées jusqu'à ce jour dans la forme ou la disposition des rails, exception faite de l'emploi des éclisses, n'ont pas augmenté sensiblement leur résistance. Il serait aussi incommode que coûteux d'employer des rails plus pesants que ceux en usage, et le rapprochement des points d'appui serait dispendieux. *C'est donc surtout dans une meilleure distribution du poids des machines, dans l'application de nouvelles dispositions et dans l'amélioration de la qualité du métal qui compose les rails, soit dans la transformation et dans le perfectionnement des procédés de fabrication, qu'il faut chercher la solution du problème.*

On conçoit par conséquent combien il importe que le cahier des charges soit bien étudié et convenablement rédigé; il ne faudrait pas croire toutefois qu'il suffise d'avoir imposé au fabricant ou fournisseur un cahier des charges sévère pour en obtenir de bons produits. Il faut avant tout traiter avec un fabricant d'une probité rigoureuse qui puisse se procurer, sans trop de difficultés, les matières premières de bonne qualité et lui accorder un prix rémunérateur. Autrement on s'expose à des procès toujours fâcheux, lors même qu'on les gagne.

Avant d'indiquer les conditions imposées par les cahiers des charges les plus nouveaux, nous devons donner une idée sommaire du procédé de fabrication des rails : il consiste généralement à former des *trousses* ou *paquets* avec des barres plates superposées, à les réchauffer fortement dans une espèce particulière de four à reverbère, et enfin à faire passer les trousses suffisamment réchauffées dans les différentes cannelures de laminoirs qui donnent au rail sa forme définitive; sortant des laminoirs, les rails sont coupés carrément de longueur à leurs extrémités, puis redressés.

Cahier des charges de la Compagnie de l'Est. — Les cahiers des charges des Compagnies ou de l'État, dans les différents pays, ont entre eux beaucoup d'analogie. Nous ferons connaître d'abord les conditions imposées par celui de la Compagnie française du chemin de fer de l'Est. Nous dirons ensuite ce qui en distingue ceux des autres Compagnies ou de l'État.

Gabarit des rails. — Aux termes du cahier des charges de la Compagnie de l'Est, les rails doivent avoir exactement la forme de ceux qui ont été adoptés par les ingénieurs de la ligne. A cet effet, on remet aux fournisseurs des gabarits poinçonnés en tôle d'acier en tout semblables aux gabarits qui servent à la réception. — Le profil doit en être rigoureusement conservé sur toute la longueur des barres.

Il est tellement important qu'il n'y ait aucune défectuosité dans la forme du rail, que l'ingénieur en chef ne doit se reposer sur aucun de ses agents, de quelque ordre qu'il soit, du soin d'approuver les premiers échantillons fournis par le fabricant, et doit exiger que des portions des premiers rails sortis des laminoirs lui soient envoyées, la fabrication ne devant commencer sur une grande échelle que lorsqu'il aura fait parvenir son assentiment par écrit au directeur de l'usine.

Poids des rails. — Le poids des rails par mètre courant est déterminé par la pesée d'un des premiers rails de section rigoureusement exacte sortis des laminoirs. Dans les réceptions partielles, il est accordé sur ce poids une tolérance de 2 pour 100, en plus ou en moins, pourvu que la totalité de la fourniture ne s'écarte pas du poids normal de plus de 1 pour 100.

Dans cette limite de tolérance et au-dessous, les rails sont payés d'après leur poids réel; au-dessus, l'excédant n'est pas payé au fournisseur. Les rails en dehors des limites peuvent être rebutés.

Longueur des barres. — La longueur normale des rails étant de 6 mètres, il est accordé au fabricant une tolérance de 1/2 millimètre en plus ou en moins. Néanmoins, comme il arrive fréquemment que des rails parfaitement sains dans une grande partie de leur longueur présentent des défauts à leurs extrémités, on admet, pour une certaine fraction de la fourniture qui ne devra pas dépasser un dixième et qui est fixée par l'ingénieur en chef, les barres à une longueur inférieure à la longueur normale, soit $5^m,96$ pour une longueur normale de 6 mètres. En outre, une barre sur vingt est admise avec une longueur de $5^m,10$ ou de $4^m,20$. Ces rails trouvent leur emploi dans les courbes, où le développement de la file de rails intérieure est moindre que celui de la file extérieure, et dans les raccordements des voies de garage.

La Compagnie se réserve le droit de commander au fabricant une certaine quantité de rails ne dépassant pas 1 pour 100 avec des longueurs exceptionnelles de 10 mètres ou au-dessous. Ces rails sont payés 4 pour 100 plus cher que les autres.

Coupe des bouts et dressage. — Les abouts des rails doivent être coupés de manière à présenter une section parfaitement nette, perpendiculaire à l'axe des rails; ils ne doivent pas être déformés. Le procédé employé pour parvenir à ce résultat doit être approuvé par l'ingénieur en chef. Il en est de même du procédé de *dressage*.

Composition des paquets et laminage. — Les dimensions et la composition des paquets ou trousses servant à la fabrication des rails, ainsi que le dessin des cannelures successives par lesquelles ces paquets doivent passer doivent aussi être soumis à l'approbation de l'ingénieur en chef sans que cette formalité diminue en rien la responsabilité du fournisseur.

Les rails mal soudés, pailleux ou criqués, sont rebutés.

Épreuves des rails. — Les rails sont éprouvés de la manière suivante :

1° Par la pression : un certain nombre de rails pris au hasard dans chaque fourniture et placés de champ, sur deux points d'appui espacés de $1^m,10$, doivent supporter pendant cinq minutes, au milieu de l'intervalle des points d'appui, une pression de 12,000 kilogrammes sans conserver de flèche sensible après l'épreuve.

La même barre dans la même position doit supporter sans se rompre, pendant cinq minutes, une charge de 30,000 kilogrammes. On augmente ensuite la pression jusqu'à la rupture.

2° Par le choc : chacune des deux moitiés de barre cassée, placée de champ sur deux supports espacés de $1^m,10$, devra supporter le choc d'un mouton de 300 kilogrammes tombant de 2 mètres de hauteur sur la barre, au milieu de l'intervalle des points d'appui. Dans ce dernier cas, les deux supports seront en fonte et reposeront, par l'intermédiaire d'un châssis en bois de chêne, sur un massif de maçonnerie de 1 mètre d'épaisseur au moins, établi sur un terrain solide.

Si l'une des barres essayées ne résiste pas aux épreuves, on continue sur un plus grand nombre de barres, et, si plus du dixième des barres essayées ne résiste pas, la série entière dont ces rails proviennent est rebutée.

Garantie. — Le rail, après avoir été soumis avec succès à ces épreuves, n'est pas toujours sans défaut. Les différentes barres dont il est formé peuvent avoir été mal soudées. Ce vice de fabrication et d'autres encore ne se manifestent qu'à la longue. Il est grave cependant, car la plupart des rails jusqu'à ce jour ont péri par le *désoudage* des éléments qui les composent. La Compagnie de l'Est, pour se mettre autant que possible à l'abri de pareils défauts, exige du fabricant une garantie de deux ans appliquée de la manière suivante :

10 pour 100 au moins de la fourniture pris à divers moments de la fabrication, au choix de la Compagnie, sont placés par elle sur une partie de son réseau. L'emplacement et la date de cette pose sont immédiatement indiqués au fournisseur. A l'expiration de deux années de service, on établit contradictoirement la proportion des rails avariés, c'est-à-dire ayant un commencement de détérioration comme écrasement, défaut de soudure, exfoliation, rupture, etc. Cette proportion est appliquée à l'ensemble de la fourniture, et le fabricant subit sur le prix stipulé au marché et pour l'ensemble de la fourniture une réduction proportionnelle au nombre de rails qui n'ont pas résisté à l'épreuve. Il est passible de cette indemnité, que tout ou partie seulement de la fourniture ait été mise en service.

Le taux de l'indemnité est fixé de manière à représenter la différence des calculs entre une tonne de rails hors de service, les rails auxquels l'indemnité se rapporte restant d'ailleurs la propriété de la Compagnie.

La Compagnie reste libre de commencer son essai quand bon lui semble; toutefois le règlement de l'indemnité doit avoir lieu, au plus tard, trois ans après l'époque moyenne des livraisons faites à l'usine, que la voie d'essai ait ou non ses deux ans de service.

Marques en relief. — Pour faciliter l'application de la garantie, les rails doivent porter des marques en relief bien apparentes, dési-

gnant à la fois l'usine, l'année et le mois de leur fabrication.

Réceptions provisoire et définitive. — Une réception *provisoire* a lieu à l'usine à la suite des épreuves, réception à la suite de laquelle les barres admises sont poinçonnées; quant à la réception *définitive*, elle ne peut se faire qu'à l'expiration des délais de garantie.

Surveillance à l'usine. — La Compagnie se réserve le droit d'entretenir à l'usine un ou plusieurs employés pour surveiller la fabrication des rails. Le fabricant doit fournir aux agents de la Compagnie tous les moyens d'exercer leur surveillance; et, quelle que soit cette surveillance, il n'en reste pas moins responsable de la qualité de ses produits.

Interdiction de céder. — Le fabricant ne peut céder tout ou partie de son marché sans autorisation de la Compagnie.

Jugement des contestations. — Les contestations sont jugées par le tribunal de commerce de la Seine.

Cahiers des charges des autres Compagnies. — Le cahier des charges des grandes Compagnies de chemins de fer françaises, autres que la Compagnie de l'Est, n'en diffère pas en ce qui concerne les tolérances sur le poids et la longueur des rails, les stipulations relatives à la coupure et au dressage des rails, et la nature des épreuves. Au Nord et à l'Ouest, les articles relatifs au procédé de fabrication sont plus explicites.

Conditions de fabrication au chemin du Nord. — Ainsi, au Nord, il est dit dans le cahier des charges que la fabrication du fer doit être conduite en vue de n'avoir, autant que possible, que du fer à grain fin, — que les fers puddlés destinés à la fabrication des rails doivent être exactement classés par nature et en trois catégories distinctes, savoir : 1° les fers à grain; 2° les fers mêlés ou à grains mêlés de nerf; 3° les fers à nerf; — que, dans les paquets pour la fabrication du fer corroyé, dont les couvertures doivent être composées, il ne doit entrer que des fers de la première catégorie, c'est-à-dire à grain; que les paquets pour rails doivent, autant que possible, être composés de fer à grain fin; que, dans tous les cas, le modèle de la Compagnie étant le modèle Vignolles, le fer à nerf ne doit être admis que dans le dernier tiers du paquet;

qu'entre ce dernier tiers et les deux premières mises en fer à grain sous le corroyé, on doit admettre le fer mêlé.

Que les barres formant les différentes mises doivent être de section rectangulaire; que chaque mise de fer puddlé doit se composer en largeur de deux ou trois pièces au plus; que la mise en fer corroyé, formant la partie supérieure du paquet, doit être d'une seule pièce; qu'elle doit représenter en poids le cinquième environ de la masse totale, de manière à présenter sur la section du rail fini, dans les surfaces de roulement, une épaisseur d'au moins un centimètre; que les bouts écrus des barres formant le paquet doivent être affranchis; que ces barres doivent être toutes d'une seule pièce, bien dressées, pour toute la longueur du paquet; que toutefois, pour le fer puddlé, il sera toléré quelques barres en deux pièces au plus, dont la plus petite n'aura pas moins de $0^{m},30$ de longueur, mais qu'alors ces barres seront assemblées avec soin bout à bout de manière à ne laisser dans l'intérieur du paquet que le moins de vide possible. Les joints des mises doivent être contrariés; à cet effet, les barres de fer puddlé ne devront pas être de même largeur.

Les dimensions et la composition des paquets, ainsi que les dessins des cannelures successives par lesquelles ces paquets doivent passer dans la fabrication, seront d'ailleurs soumis à l'approbation de l'ingénieur en chef de la Compagnie, sans que cette formalité diminue en rien la responsabilité du fournisseur.

Conditions de fabrication au chemin de l'Ouest. — Au chemin de l'Ouest, les procédés de fabrication sont décrits sommairement dans le cahier des charges, comme au chemin du Nord, mais dans d'autres termes. Nous transcrivons l'article de ce cahier des charges relatif à ces procédés.

Les hauts fourneaux qui produiront la fonte destinée à la fabrication des fers pour rails ne devront pas employer de minerais qui donnent des fers aigres ou cassants. — Les rails seront bien fabriqués; le fer en sera soudable, non cassant à froid, de qualité loyale et marchande, et aussi dur et compacte que l'échantillon poinçonné qui sera remis par le fournisseur avant la première livraison et accepté par la Compagnie.

La Compagnie de l'Ouest se réserve le droit de faire fabriquer

tout ou partie des rails, soit avec des paquets composés de fer corroyé et de fer puddlé, soit avec des paquets entièrement en fer puddlé.

Rails en fer n° 1 et n° 2. — Dans le premier cas, les paquets employés pour la fabrication des rails seront composés de deux tiers de fer puddlé brut et d'un tiers de fer corroyé (il s'agit de rails à double champignon). La plaque inférieure et la plaque supérieure, qui doivent former les champignons, seront chacune d'une seule pièce et en fer corroyé. Elles formeront à elles deux au moins le tiers du poids total de chaque paquet. — Les paquets pour rails et les paquets pour couvertes corroyées seront exclusivement composés de barres rectangulaires assemblées par assises d'épaisseurs régulières à joints croisés.

Le fer puddlé, employé soit dans le corps des paquets pour rails, soit pour la fabrication du fer corroyé, devra être de bonne qualité, travaillé avec soin, convenablement épuré; les bouts écrus des barres seront affranchis. Les barres seront dressées, et, lorsqu'elles n'auront pas la longueur du paquet, elles seront assemblées avec soin bout à bout de manière à laisser le moins de vide possible dans l'intérieur des paquets.

Rails en fer puddlé. — Dans le deuxième cas, les paquets seront entièrement composés de barres en fer puddlé. La barre supérieure et la barre inférieure ou *couvertes* du paquet correspondant aux champignons seront d'une seule pièce, à moins d'une autorisation spéciale des ingénieurs de la Compagnie, et formeront ensemble au moins le quart du poids total du paquet. Les barres de ce genre proviendront de loupes étirées au marteau et au laminoir, le laminage pouvant être précédé d'un réchauffage. Elles devront être à grain fin et dur, et conserver ce grain dans la cassure du rail. Les autres barres seront d'une seule pièce dans la longueur du paquet et assemblées par assises régulières à joints alternés; néanmoins on pourra tolérer des joints dans la longueur pour les deux mises placées au centre du paquet, à condition que les extrémités des barres en contact soient parfaitement affranchies et saines. Dans les deux cas, les dimensions minima des paquets devront être de 20 centimètres pour la largeur et de 22 centimètres pour la hauteur, dé-

duction faite des vides. Les rails devront être parfaitement soudés à l'extérieur et à l'intérieur. Les barres qui présenteront des apparences de dessoudure devront être rejetées.

Conditions de fabrication au chemin Paris-Lyon-Méditerranée. — Les conditions de fabrication au chemin Paris-Lyon-Méditerranée sont exactement les mêmes qu'au chemin de l'Ouest.

Conditions au chemin du Midi. — Au chemin du Midi, elles n'en diffèrent pas sensiblement.

Conditions de la garantie aux chemins du Nord et de l'Ouest. — Au chemin du Nord, les conditions de la garantie sont exactement les mêmes qu'au chemin de l'Est. Au chemin de l'Ouest, les exigences de la Compagnie sont un peu plus grandes. Ainsi un *premier* élément pour déterminer l'indemnité à payer par le fabricant est fourni par le nombre de rails avariés au bout de deux ans de service sur une partie déterminée de la ligne, et un *deuxième* élément par le nombre de rails avariés, relevés à la fin de la *troisième année de service* sur la portion de la fourniture qui aura été ournie la première, jusqu'à concurrence de 30 pour 100 de la fourniture entière, sur quelque point des lignes du réseau de l'Ouest qu'elle soit posée.

Garantie au chemin du Midi. —Au chemin du Midi, la forme et le mode d'application de la garantie sont les mêmes qu'au chemin du Nord, mais la durée de la garantie est de trois années au lieu de deux.

Garantie au chemin Paris-Lyon-Méditerranée. — Au chemin Paris-Lyon-Méditerranée, il est dit simplement que la Compagnie a le droit de rebuter tous les rails hors de service après trois années de mise en place par suite de vice de fabrication ou dans la matière.

Cahiers de charges allemands. — Quelques Compagnies allemandes, d'après M. Desbrières, qui a lu à la Société des ingénieurs civils un excellent Mémoire sur la fabrication des rails, ont restitué, depuis peu de temps, aux usines la liberté d'action que leur enlevaient les anciens cahiers des charges, en ce qui concerne la composition des paquets et la nature des fers qui doivent y entrer, à la condition seulement d'avoir du fer dur et à grain pour la partie

supérieure du rail (modèle Vignolles), et du fer nerveux et fort pour le pied. Elles se sont contentées de régler les dimensions transversales du paquet, pour lequel on doit employer, d'abord le marteau, puis le laminoir, en faisant suivre l'action du marteau d'une chaude supplémentaire. La garantie imposée en compensation de cette liberté laissée au fabricant, et pour intéresser les usines à ne livrer que des produits irréprochables, a été de trois ans au lieu de une ou deux années; l'usine du Phénix en a accepté depuis une de quatre ans, et, au moment où M. Desbrières écrivait son Mémoire, elle était sur le point d'en accepter une de six ans avec le gouvernement bavarois.

Cahier des charges lombardo-vénitien. — La Compagnie des chemins de fer lombardo-vénitiens et plusieurs Compagnies piémontaises ont commandé aux usines belges des rails à champignons inégaux. La Compagnie lombardo-vénitienne exige 8 kilos de fer corroyé par mètre pour le gros champignon et 5 pour le petit.

Cahier des charges de l'État belge. — L'État belge n'exige plus l'emploi du fer corroyé, et laisse le fabricant entièrement libre pour la formation de ses paquets. Il exige seulement une garantie de trois années.

Observations. — Nous venons de voir que les Compagnies sont généralement d'accord sur les conditions à imposer au fabricant, en ce qui concerne la forme, la longueur et le poids des rails, les épreuves à leur faire subir, etc. Elles ne diffèrent d'opinion que sur les conditions à imposer au fournisseur pour la fabrication. La Compagnie de l'Est se borne à dire que le procédé sera soumis à l'approbation de l'ingénieur en chef. Le Nord, Lyon et Orléans prescrivent l'emploi de deux espèces de fer dans la composition des trousses, le fer corroyé et le fer puddlé, et ces Compagnies entrent dans des détails assez longs sur la manière d'employer les deux espèces de fer et de les travailler. — L'Ouest consent à recevoir des rails tout en fer puddlé aussi bien que des rails composés en partie de fer corroyé et de fer puddlé. Si les paquets renferment les deux espèces de fer, il veut que ces fers soient classés et disposés d'une certaine manière. Quant à ce qui concerne les rails en fer puddlé, il exige que les loupes produisant le fer puddlé soient étirées au marteau, et il

prescrit au fabricant certaines dimensions et dispositions pour les barres.

Les Compagnies allemandes, tout en laissant aux fabricants une grande latitude pour la composition des paquets, jugent à propos toutefois d'en fixer les dimensions et d'exiger le martelage. L'Etat belge laisse toute liberté au fabricant; c'est à ce dernier système que se rattache M. Couche. Il blâme les Compagnies de l'espèce de tutelle sous laquelle elles ont pendant longtemps placé les usines en leur prescrivant un certain mode de fabrication. Il voudrait qu'on imposât des conditions de réception pures, une garantie prolongée surtout; qu'on exigeât de bons rails, en un mot, sans s'inquiéter des procédés usités pour les fabriquer. Il pense que la concurrence et le soin de sa réputation seront toujours pour le fabricant un mobile suffisant pour qu'il travaille le mieux possible.

Nous ne partageons pas l'opinion de M. Couche. Est-il bien vrai de dire d'abord que les Compagnies n'ont pas jusqu'à ce jour laissé assez de latitude aux fabricants pour modifier leurs procédés? Nous ne le croyons pas. Que prescrivaient en effet aux fabricants les anciens cahiers des charges? L'emploi de deux espèces de fer dans les trousses dans une certaine proportion, du fer corroyé et du fer puddlé, ainsi que celui de couvertes d'une seule pièce. Mais aujourd'hui encore les Compagnies du Nord et de l'Ouest imposent les mêmes conditions, la Compagnie du Nord pour tous ses rails et celle de l'Ouest pour une partie, et en outre ces deux Compagnies réglementent les dimensions des trousses, le classement des fers, etc. La Compagnie de l'Est ne se prononce pas sur le procédé de fabrication, mais elle dit que le maître de forge devra faire approuver le procédé par l'ingénieur en chef, ce qui le met entièrement à la discrétion de cet ingénieur. Ainsi les Compagnies françaises, loin de laisser une plus grande liberté aux fabricants, interviennent au contraire plus sérieusement dans la fabrication. Quant aux Compagnies allemandes, elles ne rendent pas obligatoire une certaine composition des trousses, mais elles obligent le maître de forges à adopter certaines dimensions pour les trousses et à les marteler. On ne peut donc pas établir qu'elles n'interviennent en aucune manière dans la fabrication. Si donc on doit adresser un reproche

aux Compagnies, ce n'est pas tant d'avoir imposé au fournisseur une certaine proportion de fer corroyé dans la composition des trousses et l'emploi de couvertes d'une seule pièce que de s'être montrées trop peu sévères dans la surveillance qu'elles exerçaient sur le fabricant, de n'avoir pas usé du droit qu'elles avaient de défendre l'emploi de certaines qualités de fer dans les trousses ou au moins de ne s'être pas réservé ce droit ainsi que celui de prescire les dimensions des paquets. Cette négligence s'explique, jusqu'à un certain point, par l'extrême rapidité avec laquelle les grandes lignes ont été exécutées et par l'excès de travail que l'étude des projets et la conduite des travaux ont imposé aux ingénieurs. Les Compagnies ont du reste, dès l'origine, senti les inconvénients des soudures imparfaites entre le fer corroyé et le fer puddlé; et ce qui le prouve assez, c'est qu'il y a bien des années qu'elles ont prescrit différents moyens d'y obvier en employant des laminoirs plus puissants ou par tout autre procédé. L'idée même de remplacer le fer corroyé par du fer puddlé est loin d'être neuve, et, si elle n'a pas été mise à exécution, c'est que les maîtres de forges eux-mêmes l'ont combattue.

Ce serait, selon nous, s'exposer à de grands risques que de compter seulement sur la concurrence et sur le soin que doit avoir le fabricant de sa réputation pour obtenir de bons produits. Nous pourrions citer certain fabricant, en France, dont les usines sont placées de telle façon, qu'elles n'ont pas à redouter une concurrence bien sérieuse de la part des autres forges pour la fourniture de certaines lignes. Il ne reste alors pour ce fabricant, comme stimulant, que le soin de sa réputation; mais ne se peut-il pas que le désir d'augmenter ses bénéfices ou de hâter les livraisons l'entraîne, malgré l'envie qu'il peut avoir de conserver sa réputation, à négliger un peu la fabrication? On sait que les essais, tels qu'ils ont lieu habituellement, ne décèlent pas les défauts de soudure, que la cassure ne fournit que des indices incertains ou du moins incomplets sur la qualité, et qu'enfin l'application de la garantie n'est pas toujours sans difficultés. Supposons, d'ailleurs, qu'un rail mal fabriqué vienne à casser et occasionne un accident grave, la Compagnie pourra-t-elle faire peser la responsabilité sur le fabricant?

Comment prouvera-t-elle que l'accident doit être attribué à la rupture du rail? Il vaut mieux prévenir que punir. Aussi sommes-nous d'avis que les Compagnies feront bien de continuer à imposer aux fabricants certaines conditions de travail, sauf à modifier ces conditions sur leurs observations et à se réserver la faculté d'entretenir des agents à l'usine, en prescrivant à ces agents une surveillance plus ou moins sévère, suivant que cette surveillance paraîtra plus ou moins utile. Si pour les essieux on se trouve quelquefois moins exigeant que pour les rails, c'est que les essieux proviennent ordinairement d'usines qui ont une vieille réputation bien établie et qui ne peuvent employer que des fers de première qualité. Il n'en est pas de même pour les rails.

Les Compagnies françaises sont loin d'avoir suivi les conseils de M. Couche. Non-seulement les Compagnies du Nord et de l'Ouest ont imposé dans leur cahier des charges aux usines un procédé bien défini de fabrication, non-seulement la Compagnie de l'Est s'est réservé le droit d'approuver le procédé que, du reste, elle ne décrit pas comme les autres Compagnies, mais encore ces trois Compagnies ont prescrit une grande rigueur à leurs agents. Les fabricants, qui d'abord se plaignaient de cette rigueur, ont fini par s'en applaudir. Les agents des Compagnies, qui sont le plus souvent des hommes fort instruits et expérimentés, loin de les gêner dans leur travail, sont devenus pour eux d'utiles auxiliaires.

L'utilité de l'intervention des Compagnies dans le choix des procédés de fabrication étant établie, on se demande s'il convient que les Compagnies décrivent le procédé à suivre dans le cahier des charges comme celles du Nord et de l'Ouest, ou s'il vaut mieux que le choix en soit laissé à l'ingénieur en chef comme au chemin de l'Est. Si l'on était bien fixé sur la valeur des différents procédés, si le même procédé devait être prescrit à toutes les usines quelle que soit la nature des minerais ou des fontes qu'elles emploient, nous serions partisan du système adopté par les Compagnies du Nord et de l'Ouest, et nous décririons le procédé de fabrication des rails dans le cahier des charges, *ne varietur*, comme on décrit le procédé de fabrication des mortiers dans les cahiers des charges pour la construction; mais, aujourd'hui que l'on n'est pas d'accord sur

la nature des fers employés dans la composition des trousses, que les uns pensent que l'on doit associer le fer corroyé au fer puddlé, que d'autres supposent qu'il vaudrait mieux n'employer que du fer puddlé, que quelques-uns même, malgré le peu de succès que l'on a obtenu en composant les trousses exclusivement de fer corroyé, pourraient être tentés de renouveler l'essai; aujourd'hui que les uns veulent donner une grande épaisseur aux couvertes, d'autres une épaisseur plus faible; aujourd'hui enfin que la question de la fabrication des rails est encore à l'étude, nous croyons que, si le fabricant consent à soumettre ses procédés à l'approbation de l'ingénieur en chef de la Compagnie, le meilleur parti à prendre est de ne pas indiquer dans le cahier des charges des conditions que l'expérience peut conduire à modifier.— Plus loin, nous dirons notre opinion personnelle sur ces procédés, et nous décrirons sommairement ceux en usage dans plusieurs grandes usines de France ou de l'étranger; mais auparavant nous devons présenter encore quelques observations sur certaines conditions des cahiers des charges.

Forme et durée du délai de garantie. — On a tout particulièrement étudié dans ces dernières années la forme et le délai de garantie : le délai de garantie, qui dans l'origine n'était que d'une année, a été successivement porté à deux, puis à trois années de garantie par les Compagnies françaises, et jusqu'à six années par des Compagnies allemandes. Il y a trois ans, les Compagnies du Nord et de l'Est exigeaient trois années, aujourd'hui le délai a été réduit à deux années, mais en rendant la garantie beaucoup plus efficace : en effet, lorsque le délai était de trois années, il datait de l'époque de la fourniture, tandis qu'aujourd'hui il date du jour de la mise en place des rails sur la voie, et le mode d'application de cette garantie est tout différent. Anciennement, les rails d'une même usine dont on devait constater la durée se trouvant posés sur différents points de la ligne, il devenait assez difficile de leur appliquer le cahier des charges. Il en est autrement avec les conditions nouvelles imposées au fabricant.

La garantie stipulée par les nouveaux cahiers des charges est sans doute fort utile; c'est un grand stimulant pour le fabricant. Il ne fau-

drait pas cependant s'en exagérer la portée. Des rails fabriqués avec un certain soin dureront deux années et fort au delà, dix ou douze années, par exemple; mais, s'ils étaient mieux fabriqués encore, ils en dureraient, dans les mêmes conditions de fatigue, quatorze ou seize. Or l'on doit s'appliquer à obtenir des rails qui durent le plus longtemps possible. Ce serait donc à tort, comme déjà nous l'avons dit, que l'on abandonnerait le choix du procédé de fabrication au maître de forges, qui n'a d'autre intérêt que celui de fabriquer des rails pouvant durer deux années au moins, et en l'exonérant de toute surveillance. Les rails doivent être fabriqués non pas seulement en vue de durer deux ou même six et dix années, mais le plus longtemps possible.

Épreuves à faire subir aux rails. — Une question qui a été vivement débattue entre les Compagnies et les fabricants est celle des épreuves à faire subir aux rails. Le comité métallurgique de Saint-Étienne, se fondant sur ce fait, que les rails ne cassent jamais ou presque jamais, propose de supprimer toute épreuve par le choc. Ce fait est tout à fait inexact : le nombre des rails qui ont cassé est considérable. La rupture d'un rail, à la vérité, occasionne rarement un accident; toutefois nous pourrions en citer plusieurs qui proviennent de cette cause, et en fût-il même autrement, le remplacement des rails brisés n'en serait pas moins onéreux pour les Compagnies. L'épreuve par le choc doit donc être maintenue, et elle l'a été effectivement par les Compagnies. Il restait à savoir de quelle nature elle devait être. Les maîtres de forges soutenaient qu'une épreuve vraiment sérieuse était incompatible avec un bon soudage des éléments de la trousse. Pour obtenir des rails résistant à l'épreuve, il fallait, disaient-ils, introduire dans la trousse une forte proportion de fer nerveux, et dès lors le soudage était imparfait. Cette objection était faite surtout par les usines de Styring et de Hayange, qui produisent des fers phosphoreux un peu fragiles. Il a été reconnu toutefois qu'elle n'était pas fondée, du moins pour une épreuve égale à celle indiquée par les cahiers des charges du Nord et de l'Est. Des rails de Hayange que l'on a lieu de croire bien soudés ont parfaitement résisté à cette épreuve.

Jugement des contestations. — Une condition à laquelle on

attache souvent peu d'importance est la condition de faire juger toutes les contestations entre le fabricant et la Compagnie au lieu de la résidence de la Compagnie. Elle est loin cependant d'être sans intérêt pour la Compagnie. Le fabricant est ordinairement un homme puissant dans la localité où ses usines sont placées, et, si les contestations pouvaient être jugées par des tribunaux de la localité, on pourrait craindre son influence.

Droit de rétrocession interdit. — Nous croyons utile enfin de dire que le fabricant ne pourrait pas rétrocéder son marché sans le consentement de la Compagnie. Nous avons reconnu l'inconvénient de laisser toute liberté à cet égard au fabricant.

Des procédés de fabrication.

Il nous reste à traiter des procédés de fabrication. Non-seulement nous avons étudié ces procédés sur place, nous avons recueilli l'avis d'un grand nombre de chefs d'usine, ainsi que celui de plusieurs ingénieurs du matériel fixe de nos grandes Compagnies, MM. Alquié, Guillaume, etc., mais encore nous avons consulté à ce sujet des Mémoires imprimés ou inédits de M. Couche, ingénieur en chef des mines, M. Desbrières, ingénieur du matériel aux chemins de fer algériens, M. Curtel, l'un des inspecteurs de la Compagnie de l'Est, M. Münz, également inspecteur de cette Compagnie, M. Birlé, ancien agent réceptionnaire de la grande Compagnie russe en Angleterre, et enfin un important travail qui nous a été remis par M. Borgella, inspecteur principal du matériel fixe du chemin de fer de l'Est au retour d'un voyage qu'il a fait par notre ordre dans les principales usines de France, de Belgique et d'Allemagne.

Les procédés de fabrication diffèrent entre eux par la nature des fers employés dans la composition des trousses, par les dimensions de ces trousses et de leurs éléments, et enfin par le mode de chauffage et de compression des trousses.

Les trousses peuvent être composées :

1° De fer corroyé ou fer n° 1 et de fer puddlé ou fer n° 2 dans une certaine proportion;

2° De fer corroyé exclusivement;

3° De fer puddlé exclusivement.

Quand on emploie ces deux espèces de fer, ce qui est le cas le plus ordinaire en France, le fer corroyé doit se trouver : 1° pour les rails à double champignon, dans le haut et dans le bas de la trousse, en quantités égales, sous forme de couverte d'une seule pièce ayant toute la largeur de la trousse; 2° pour les rails à champignons inégaux, au sommet de la trousse qui doit former le gros champignon; 3° enfin pour les rails Vignolles, en grande partie au sommet de la trousse, et en petite partie aux extrémités de l'assise inférieure formant le patin.

La cassure du fer corroyé entrant dans la composition des champignons doit être grenue, et il doit avoir été fabriqué avec des trousses composées exclusivement de fer puddlé *grenu*.

Le fer corroyé placé aux extrémités du patin doit au contraire être nerveux. Il a pour objet d'empêcher le patin de se criquer sur les bords.

Les barres de fer puddlé placées immédiatement au-dessous du fer corroyé doivent être grenues, celles qui entrent dans la composition du patin doivent être nerveuses, et les barres intermédiaires en fer métis.

Le fer corroyé se soudant à une température plus élevée que le fer puddlé, l'association parfaite des deux espèces de fer n'est pas sans difficutés. Aussi reproche-t-on aux rails composés de ces deux espèces de fer d'être généralement mal soudés. Les ingénieurs de nos grandes lignes croient néanmoins qu'en classant convenablement les barres corroyées et puddlées, en prenant certains soins dans le chauffage et le laminage, on peut obtenir de très-bons rails, même avec les deux natures de fer. Cette opinion n'est pas partagée par les Compagnies allemandes, qui exigent l'emploi exclusif du fer puddlé.

L'emploi exclusif du fer corroyé dans la composition des trousses n'a pas amélioré le rail, comme on l'espérait. Loin de là, on a reconnu que les barres de fer n° 2 se soudaient moins bien entre elles que celles de fer puddlé. Cela tient à ce que le fer corroyé, étant plus pur que le fer puddlé, ne renferme pas, comme ce dernier, des

scories qui facilitent le soudage. En effet, ainsi que l'a fort bien fait observer M. Desbrières, les barres de fer corroyé sont ordinairement couvertes d'une couche d'oxyde des battitures. Si elles contenaient des scories comme celles de fer puddlé, ces scories formeraient avec l'oxyde un silicate fusible qui serait expulsé de la trousse par un laminage bien dirigé, et les barres ainsi *décapées* se souderaient mieux; mais, en l'absence des scories, l'interposition de l'oxyde des battitures devient un obstacle à la soudure. Ajoutons enfin, avec M. Desbrières, que les barres de fer n° 2, plus lisses que celles de fer brut, tendent à glisser les unes sur les autres, et que le paquet de fer n° 2 étant, par suite de la pureté du métal, plus long à réchauffer, il en résulte, indépendamment de la dépense, une lenteur excessive de la fabrication. Les rails en fer corroyé seraient donc non-seulement plus chers, mais encore moins durables que ceux en fer puddlé ou en fer de deux espèces.

L'emploi exclusif du fer puddlé paraît, avec des fers d'une certaine qualité, devoir conduire à une soudure parfaite, mais les premiers rails fabriqués de cette manière présentaient généralement des surfaces rugueuses, inégales, criquées, et la proportion des rebuts était considérable.

Fabrication des rails en fer puddlé au Phénix. — On paraît avoir, à l'usine du Phénix, sur les bords du Rhin, évité ces inconvénients et obtenu de très-bons rails tout en fer puddlé de la manière suivante :

Fonte employée. — La fonte employée, dit M. Desbrières, auquel nous empruntons la description du procédé du Phénix, est une fonte grise phosphoreuse, renfermant plus de charbon et donnant plus de déchet à l'affinage que la fonte blanche. Le fer produit par cette fonte est à grain dur cassant à froid, mais non cassant à chaud. La loupe obtenue avec cette fonte est martelée au pilon de 3,000 kilog. pendant cinq minutes, au lieu de deux minutes que l'on consacre ordinairement au martelage d'une loupe. La loupe est ensuite réduite à la dimension d'une barre rectangulaire de 15 cent. sur 10 environ; mais remarquons que, refroidie par un long martelage, elle doit être réchauffée avant de passer au laminoir. Le réchauffage a lieu au *rouge cerise* seulement. Elle subit donc,

non un corroyage complet, car ce corroyage exige une chaude au rouge blanc, mais seulement un *demi-corroyage*. Le fer ne perd pas ainsi sensiblement la teneur en carbone et en silicium que lui a laissée le puddlage, et, par suite, sa température de soudure n'a pas changé. L'opération que nous venons de décrire s'applique aux couvertes; les autres barres placées immédiatement sous la couverte, et qui avec cette couverte doivent former le champignon, sont préparées de la même manière, mais avec cette différence que, le martelage ne durant que trois minutes, on peut les passer immédiatement au laminoir sans réchauffage préalable.

Composition du paquet. — Le reste du paquet destiné à former l'âme et le pied est formé de fer nerveux puddlé brut, à l'exception des deux mises latérales en fer corroyé nécessaires pour la façon des bords du patin.

Les couvertes sont quelquefois d'une seule pièce, mais souvent de trois pièces juxtaposées. Les soudures verticales qui en résultent sont sans danger pour la durée du rail. On prétend même qu'elles constituent une garantie de plus pour l'épuration du paquet.

La dimension transversale du paquet est de $0^m,25$ de largeur sur $0^m,24$ de hauteur, déduction faite des vides.

Le paquet, étant amené au rouge blanc, est porté sous le pilon de 3,000 kilog., et martelé jusqu'à ce que son allongement soit de $0^m,36$ environ. Les dimensions transversales sont alors réduites à environ $0^m,19$ sur $0^m,18$, le martelage ayant lieu sur les deux faces. Immédiatement après, le paquet est remis au four, réchauffé au blanc soudant, et terminé en rail.

Utilité du martelage des trousses. — Le martelage du paquet, qui précède le passage aux cylindres, détermine la soudure, et *surtout* chasse complétement les impuretés que le laminoir n'élimine qu'en très-faible proportion. Un autre avantage inhérent à cette méthode réside dans ce fait que les couvertes, n'étant plus obtenues par le laminage de paquets composés de plusieurs barres en fer brut, mais provenant de loupes étirées directement au marteau et au laminoir, échappent aux chances de mauvaise soudure qu'ont par elles-mêmes les couvertes dans la méthode ordinaire, à cause de la multiplicité de leurs éléments, et ne viennent pas ajouter de nou-

velles difficultés à celles que présente déjà la soudure des paquets.

Cassure des rails du Phénix. — Nous avons en notre possession un échantillon de rails à patins provenant de l'usine du Phénix. La cassure est grenue dans toute l'étendue du champignon, nerveuse dans toute l'étendue du patin, et elle passe graduellement du nerf au grain dans la tige.

Soudure du fer puddlé grenu au fer puddlé nerveux. — M. Couche a objecté la difficulté de bien souder le fer puddlé grenu au fer puddlé nerveux. M. Desbrières répond que, nonobstant la différence de texture qui provient du laminage, le fer puddlé grenu et le fer puddlé nerveux étant sensiblement de même composition, la soudure doit se faire dans de meilleures conditions qu'entre le fer corroyé grenu et le fer puddlé grenu, ou même qu'entre le fer corroyé grenu et le fer puddlé nerveux, qui sont de composition différente.

Plusieurs usines en Allemagne ont suivi l'exemple du Phénix, et fabriquent des rails en fer puddlé.

Fabrication des rails en fer puddlé en Prusse. A l'usine de Bourbach, près de Sarrebrück, où l'on nous a fait le meilleur accueil, on fabrique couramment, pour plusieurs chemins allemands, des rails tout en fer puddlé (sauf les bords du patin). La fonte employée provient de minerais choisis du Luxembourg. Le combustible est un charbon assez médiocre. La fonte est coulée en gueuses plates d'une assez faible épaisseur. Elle est ordinairement à cassure blanche. La fonte grise est un peu plus pure, mais elle est plus difficile à affiner. Les loupes sont pilonées. Les paquets le sont également. On n'a pas, dans l'usine, d'autres marteaux que des marteaux-pilons. Les couvertes sont formées de deux ou trois pièces juxtaposées. Elles sont en fer grenu. Les assises intermédiaires sont en fer métis (nervo-grenu); celles inférieures en fer nerveux. On est obligé de placer aux extrémités du patin de petites barres de fer *corroyé* nerveux. C'est le seul fer de cette espèce qui entre dans la composition de la trousse. Le rail est coupé de longueur, à chaud, par deux scies circulaires et rectifié par une machine à fraiser.

Les rails terminés sont d'un aspect satisfaisant. Pour se rendre compte de l'état de la soudure, on couche le rail sur le côté et on frappe sur la face latérale du champignon à petits coups redoublés,

avec le marteau-pilon. Si le rail est mal soudé, les mises, après un certain nombre de coups, se séparent les unes des autres. Le déchet moyen, à la fabrication, est de 1 1/2 pour 100, et à la réception de 2 pour 100. Les rails sont garantis pour trois ou quatre années.

Fabrication des rails en fer puddlé en Belgique. — En Belgique, d'après M. Borgella, on fabrique, comme en Allemagne, des rails tout en fer puddlé. Dans quelques usines, à Couillet, à Montceau et à la Providence, on obtient des fers puddlés aussi beaux que les fers corroyés. Pour fabriquer ces fers, on cingle les loupes avec des marteaux à soulèvement du poids de 5,000 kilog.

On y préfère le marteau à soulèvement pour le cinglage au marteau-pilon et à la presse, parce que l'ouvrier ne peut pas modérer à volonté son action comme il peut modérer celle de la presse ou du marteau-pilon; le marteau à soulèvement produit *nécessairement* un choc sans lequel il est difficile de bien chasser les scories.

Au lieu du marteau à soulèvement, on se sert quelquefois du moulin, dont on ne peut pas également maîtriser l'action.

On trouve un moulin à Seraing et à Thy-le-Château une presse pour cingler les fers à nerf. Le choc du marteau, dit-on, brise le nerf, et c'est ce qui a déterminé à employer de préférence le moulin ou la presse. Nous ne partageons pas cette opinion. Nous avons vu des fers d'un très-bel aspect provenant d'usines où l'on se sert du marteau à soulèvement ou du marteau-pilon.

Essais de fabrication de rails en fer puddlé en France. — M Desbrières parle d'essais entrepris en France aux forges de Maubeuge, de Hayange, de Montluçon et de l'Horme pour fabriquer des rails en fer puddlé comme en Allemagne. Il en est résulté, comme premier fait, dit-il, que l'emploi du marteau-pilon n'est pas absolument obligatoire pour obtenir la bonne soudure des paquets, pourvu que les dimensions transversales de ces derniers ne soient pas inférieures à 20 centimètres de largeur et 22 d'épaisseur. Faudrait-il réellement admettre que l'emploi du marteau-pilon est tout à fait sans utilité? Nous ne le pensons pas; ne doit-on pas supposer plutôt que les maîtres de forges le repoussent parce

qu'il est coûteux? Ces essais n'ont pas du reste donné jusqu'à présent des résultats bien avantageux.

Fonte pour rails en fer puddlé. — M. Desbrières considère comme une condition essentielle de la fabrication de bons rails en fer puddlé l'emploi de fontes provenant de minerais phosphoreux. Ces fontes se rencontrent dans plusieurs de nos usines à Jamaille, au Creusot, etc.; mais dans d'autres, à Anzin, par exemple, on ne pourrait se les procurer qu'en les payant un prix très-élevé. On devrait donc renoncer dans ces dernières localités à la fabrication des rails en fer puddlé. Nous croyons toutefois que cette fabrication ne serait pas impossible avec certains fers aciéreux qui ne sont pas phosphoreux. A Ancy-le-Franc, comme on ne pouvait pas obtenir des couvertes d'une seule pièce en fer puddlé qui ne fussent défectueuses, on a composé la couverte de trois barres juxtaposées, comme cela se fait, du reste, dans la plupart des usines d'Allemagne. Mais il a été impossible de les bien souder l'une à l'autre, en sorte que le champignon se fendait longitudinalement.

Les fontes phosphoreuses étant généralement cassantes à froid, ce serait à tort que la Compagnie de l'Ouest, tout en autorisant la fabrication de rails en fer puddlé, aurait prohibé dans son cahier de charges l'emploi de fontes cassantes.

Fabrication des rails en fer de deux natures à Styring-Vendel. — A Styring-Vendel, lorsque nous avons visité cette usine (mars 1862), on fabriquait des rails Vignolles pour la Compagnie du Nord, des rails à simple champignon, modèle Paris-Mulhouse, et des rails à double champignon, modèle Paris-Strasbourg, pour la compagnie de l'Est.

Nature de la fonte. — La fonte, fabriquée à l'air chaud, provient de minerais plus ou moins phosphoreux exploités dans les vallées latérales à la vallée de la Moselle. On écarte les minerais de la vallée de la Moselle comme étant trop phosphoreux. Au sortir du haut fourneau, elle passe sous un jet d'air qui lui fait subir un commencement d'affinage.

On emploie des fontes grises ou truitées dans une certaine proportion pour la fabrication des fers à grains, et des fontes blanches dans une proportion plus forte pour la fabrication des

autres fers. Les loupes sont pilonées. Les trousses ne le sont point.

Dimensions et composition des trousses. — Les trousses pour rails Vignolles sont épaisses et courtes. Elles ont $0^m,880$ de longueur, $0^m,216$ de largeur et de hauteur. Les couvertes ont $0^m,040$ d'épaisseur et sont tout en fer corroyé grenu. Les plaques formant les assises inférieures, beaucoup plus minces, sont en fer ébauché grenu immédiatement au-dessous des couvertes, et en fer ébauché métis ou nerveux dans le centre ou le bas du rail, exception faite des extrémités de l'assise qui doit former le patin, lesquelles sont en fer corroyé nerveux. Le poids de la couverte est d'environ un cinquième du poids total.

Les trousses du Nord sont réchauffées deux fois, tandis que celles pour rails Paris-Mulhouse, de dimensions un peu moins fortes, ne le sont qu'une fois.

Les trousses du Nord passent dans la première et la deuxième cannelure des dégrossisseurs, celles de l'Est passent immédiatement dans la seconde cannelure.

Les trousses de l'Est pour rails Paris-Mulhouse ont $0^m,189$ de largeur sur $0^m,900$ de longueur et $0^m,240$ de hauteur. Les couvertes ont $0^m,040$ de hauteur comme celles des rails Vignolles du Nord.

Réchauffage de la trousse. — On place toujours dans le four à réchauffer la tête du rail en bas, c'est-à-dire la couverte sur la sole. Cela tient à ce que le fer nerveux du patin dans le rail Vignolles, ou du petit champignon dans le rail Paris-Mulhouse, exige plus de chaleur pour se souder que le fer grenu de la couverte. Avant de passer la trousse aux laminoirs, on la retourne de manière que la couverte, pendant très-peu de temps, se trouve placée au-dessus.

Coupage des rails. — Les rails sont coupés de longueur à chaud à la scie circulaire et rectifiés à la fraise.

Essai. — Les rails sont essayés au mouton, mais la cassure obtenue de cette manière ne fournit que des indices fort imparfaits sur les défauts de soudure. On en obtient de beaucoup plus satisfaisants en *déchirant* le rail à la presse. On se rend compte aussi du plus ou moins de perfection de la soudure en frappant latéralement sur le champignon du rail, comme à Bourbach, soit avec le marteau-pilon, soit avec le martinet.

On a beaucoup de peine à fabriquer des rails à double champignon symétrique qui supportent l'essai au choc prescrit par le cahier des charges, tandis qu'on y parvient facilement pour les rails à champignons non symétriques Paris-Mulhouse. Ces derniers, d'un autre côté, sont plus flexibles que ceux à double champignon.

Cassure des rails Vignolles en France. — En France, la cassure de certains rails fabriqués avec deux espèces de fer du modèle Vignolles est entièrement grenue, à l'exception des bords du patin. Les rails n'en paraissent pas moins bons.

Dimensions des trousses.—Il ne suffit pas, pour obtenir de bons rails, de composer les trousses de fers corroyés ou puddlés de nature convenable et bien disposés; il faut encore donner aux trousses des dimensions suffisantes pour qu'elles soient fortement comprimées sous les laminoirs, employer pour les composer des barres d'une certaine largeur et d'une certaine épaisseur, réchauffer suffisamment les trousses et effectuer le laminage d'une certaine manière.

On distingue les trousses hautes et basses. Les trousses hautes ont de 220 à 250 millimètres de hauteur, et généralement de 200 à 230 millimètres de largeur; les trousses basses, de 180 à 200 millimètres de hauteur, et de 150 à 180 millimètres de largeur. En admettant pour la trousse haute une section moyenne de 460 centimètres carrés, et pour la trousse basse de 270 centimètres, on reconnaît que le laminage réduit la section de la trousse haute au dixième, tandis que dans la trousse basse elle n'est réduite qu'au sixième. Ainsi, à circonstances égales, on obtiendra un fer plus compact avec la trousse haute; mais, comme le laminage se fait dans le même temps et par le même nombre de cannelures pour les deux espèce de trousses, il faut, pour la trousse haute, une force motrice supérieure.

Dans le Staffordshire et dans quelques usines du pays de Galles, on fait usage des trousses basses, dans les autres des trousses hautes. Dans ce dernier cas, en Angleterre, on compose quelquefois les couvertes de deux plaques juxtaposées. Il vaut mieux n'employer que des couvertes d'une seule pièce, comme cela se fait en France pour les trousses hautes aussi bien que pour les trousses basses.

Il est d'une haute importance de bien classer les fers qui doivent composer la trousse. Ce classement s'est fait souvent avec trop peu de soin.

Le poids des trousses est généralement de 25 p. 100 plus élevé que celui des rails. Dans certaines usines cependant il s'est élevé à 35 p. 100. A Anzin il est de 22 à 28 p. 100. Le déchet provient des scories qui se détachent, sous les marteaux ou au laminage, des parties détachées à la cisaille, etc.

Du laminage. — Anciennement les cannelures des dégrossisseurs où passent les trousses à leur sortie du fourneau étaient ogivales; aujourd'hui on remplace ces cannelures par des cannelures rectangulaires. On n'emploie plus les cylindres à cannelures ogivales que pour la compression des loupes.

Les laminoirs cingleurs ont trouvé peu de partisans. Ils sont inférieurs même aux presses (*Squeezers*). Il en est de même des *Bloomers* (laminoirs à loupes) employés à Seraing et dans quelques usines allemandes.

A l'usine d'Anzin, on a amélioré la fabrication des rails par un laminage supérieur à celui des autres usines. Outre les trois cylindres dégrossisseurs, il existe aussi trois cylindres finisseurs. Ces cylindres ont un grand diamètre et font de soixante-quinze à quatre-vingts tours par minute. Les trousses ont les dimensions ordinaires avec des couvertures rectangulaires de $0^m,025$; on ne les chauffe qu'une seule fois au blanc soudant.

Le laminage avec ce système de trois cylindres dégrossisseurs et autant de cylindres finisseurs se fait très-rapidement. Le rail se trouve donc fabriqué dans les meilleures conditions, étant fortement étiré dans les deux sens et conservant jusqu'à la fin une température assez élevée qui contribue beaucoup au bon soudage des différentes assises de la trousse.

A Styring et à Bourbach on conteste les avantages de l'emploi de trois cylindres finisseurs superposés, mais les ébaucheurs et les dégrossisseurs sont toujours au nombre de trois, en sorte qu'au dégrossissage les barres passent sous les laminoirs dans les deux sens, tandis qu'au finissage elles passent toujours dans le même sens.

Dans le pays de Galles on ne se sert pas de marteau pour le cinglage, mais de presse. Ce mode de cinglage y est moins défectueux qu'ailleurs, par suite de la grande chaleur que développe l'excellente houille de ce pays.

Cette chaleur maintient les loupes à une assez haute température assez longtemps pour que les scories restent à l'état liquide et soient expulsées en grande partie.

Le laminage du paquet est fait dans des conditions telles, que les scories qui seraient restées dans le fer des mises sont complétement enlevées.

Le fer reçoit toujours par-dessus le laminage deux chaudes. Le système de soudage des paquets, dans la première, remplace avantageusement le marteau-pilon.

Au sortir du premier four à réchauffer, le paquet est passé dans un premier train de laminoirs qu'on appelle soudeurs, composé de deux cylindres ayant quatre cannelures rectangulaires (sauf la dépouille); ces cylindres tournent très-doucement (28 à 30 tours par minute). Cette opération préliminaire et toute spéciale aux usines du pays de Galles a un excellent effet sur le paquet.

On porte ensuite le paquet dans un second four à réchauffer, puis on le passe par quatre cannelures des cylindres dégrossisseurs et par cinq des cylindres finisseurs, total treize cannelures. Les ébaucheurs et les finisseurs marchent généralement à une même vitesse, qui est de 80 à 90 tours par minute.

Dans le Staffordshire, où le fer est généralement nerveux, on obtient difficilement de bonnes soudures.

La pression doit aller toujours en décroissant graduellement. La proportion des dimensions pour les différentes cannelures est à peu près la même dans toutes les usines.

Dans quelques usines étrangères, le laminage se fait entièrement *de champ*. En France, on le fait pour la plus grande partie à plat, ce qui vaut mieux.

Les fabricants font souvent un mystère de la loi de décroissance des cannelures. En cela ils éludent les prescriptions du cahier des charges, et ils ont d'autant plus tort, que cette loi de décroissance varie suivant la nature des fers employés. Le véritable secret d'une

bonne fabrication n'est pas dans la dimension des laminoirs, qu'il est d'ailleurs toujours facile de se procurer si l'on y tient beaucoup, elle réside dans la nature des minerais et des combustibles employés, les soins de toute nature apportés dans la fabrication, et surtout dans la bonne administration et la bonne direction de l'établissement. Nous avons visité, dans le cours de notre carrière, un grand nombre d'usines, et nous avons eu l'occasion de constater souvent que les usines où la direction était le moins communicative étaient celles où la fabrication laissait le plus à désirer. Le secret alors avait surtout pour but d'en cacher les défauts.

Épaisseur des couvertes. — On a beaucoup discuté la question de savoir si les couvertes devraient être épaisses, minces ou de moyenne épaisseur.

Dans quelques usines, en Prusse, on les fait très-épaisses, en sorte que, le rail terminé, le champignon a été fabriqué dans toute sa hauteur avec du fer corroyé. Les chances de dessoudure, que l'on croyait ainsi diminuer en éloignant de la surface de roulement le point de contact du fer corroyé avec le fer puddlé, ont au contraire augmenté, car on se trouve ainsi obligé de chauffer la couverte plus longtemps, et on s'expose à brûler le fer puddlé.

M. Curtel, soutenant l'opinion directement opposée, conseillerait des couvertes très-minces, de 18 à 20 millim. au plus d'épaisseur. Cette épaisseur, dit-il, suffit pour qu'elles résistent bien des années à l'action du frottement, qui est très-faible, et le soudage du corroyé et du puddlé s'opérerait dans de meilleures conditions. L'expérience ne lui a pas donné raison. En Belgique, où les couvertes sont minces, le soudage est souvent mauvais, et les couvertes sont facilement brûlées. A Styring et à Anzin on emploie pour la fabrication des rails du Nord ou de l'Est des couvertes en fer corroyé de $0^{m},040$ d'épaisseur; celles en fer puddlé des rails fabriqués à Bourbach n'ont que $0^{m},025$. On essaye en ce moment à Styring de fabriquer des rails pour les chemins de l'Est avec des couvertes d'épaisseur réduite.

On a fait usage de couvertes à crochet. Elles donnent une belle apparence au rail, mais nuisent à l'écoulement des laitiers.

L'épaisseur des barres puddlées n'est pas la même partout. A

Anzin, elle est de $0^m,320$; à Styring, on s'est bien trouvé de la réduire à $0^m,015$.

Essais divers en Angleterre et en Belgique. — On a tenté sans succès la fabrication en fer puddlé à l'usine de Taffvale et à Liebolk, près Bilston, en Angleterre.

Suivant M. Müntz on a essayé aussi en Angleterre, d'après les conseils de M. Thorneycrof, de fabriquer des rails dans lesquels les couvertes étaient composées de fer au bois de première qualité (*seraps iron*) et de fer ébauché à la houille également de qualité supérieure. Nous doutons qu'on ait obtenu ainsi un bon soudage.

On a également essayé, il y a déjà longtemps, sans succès, des rails composés de fer martelé pour les couvertes et de fer laminé pour le corps du rail.

Le procédé Stirling consiste à durcir le fer par l'addition d'une certaine quantité d'étain à la fonte pendant qu'on l'affine dans le four à puddler. Ce procédé a été essayé à l'usine d'Anzin. Il a donné des rails durs et à grains fins. Mais il est coûteux, puisqu'il augmente le prix de revient de 4 fr. par 100 kilog. On a aussi essayé d'ajouter du zinc. Le fer est alors devenu aigre, et il a été impossible de le travailler.

En Belgique on a fabriqué des rails avec couvertes en acier puddlé. Ils s'écrasent moins que ceux avec couvertes en fer. La soudure n'a pas encore subi l'épreuve d'une longue pratique.

Cahier des charges pour les coussinets. — Les coussinets devant tous être conformes au modèle adopté, l'ingénieur en chef remet au fournisseur un coussinet type d'après lequel ce dernier établit ses modèles. Dès que le fabricant a coulé un certain nombre de coussinets, il les envoie à l'ingénieur en chef, qui indique s'il y a des modifications à faire au modèle. Ce n'est que lorsque cet ingénieur reconnait par écrit que ces échantillons sont parfaitement conformes au type que la fabrication doit commencer.

Les conditions de tolérance sur le poids sont les mêmes pour les coussinets que pour les rails, si ce n'est que l'on accorde pour les coussinets 5 pour 100 en plus ou en moins.

Lors de la réception, on ne doit souffrir aucune différence dans

la forme du logement du rail, ni comme profil, ni comme inclinaison. Les trous des chevillettes doivent être également très-exacts.

Fig. 83.

Les fontes employées doivent être grises, à grain serré et tenace, afin de présenter une grande résistance à la rupture. On exige qu'elles résistent à un effort de traction de 1,300 kilogrammes par centimètre carré. Pour constater cette résistance, on fond fréquemment des pièces d'essai de la forme représentée figure 83, et l'on tourne la tige *t t* exactement au diamètre de $0^{m},01$. La pièce est suspendue à un point fixe par un des anneaux et le poids qui en mesure la résistance est suspendu au second anneau.

La fonte au bois, quand elle présente les qualités requises, peut être employée en première fusion; la fonte au coke subit généralement une seconde fusion.

On n'a admis pour les premiers chemins de fer construits aux environs de Paris que des fontes de seconde fusion, mais l'expérience a prouvé que celles de première fusion bien choisies étaient d'un très-bon emploi; seulement, comme les fourneaux qui produisent la fonte de première fusion sont bien plus sujets à se déranger que ceux d'où provient celle de seconde fusion, il faut exercer une surveillance plus sévère sur la fabrication des coussinets de première fusion que sur celle des coussinets de seconde.

On fait subir aux coussinets des épreuves par pression, comme aux rails; il est convenable de les soumettre également à des essais par le choc. On stipule enfin un délai de garantie qui est en général d'un an.

Cet essai peut se faire en plaçant le coussinet sens dessus dessous sur deux points d'appui correspondant aux trous de chevilles, et en laissant tomber un mouton sur le point faible de la semelle. Les coussinets de l'Est, soumis à cette épreuve, résistent en général au choc d'un poids de 30 kilogrammes tombant de $0^{m},50$ de hauteur. Le support doit être une enclume en fonte de 800 kilogrammes.

Cahier des charges pour les chevillettes. — Outre les conditions relatives aux formes, dimensions et poids des chevillettes, on doit exiger que le fer qui les compose soit doux et nerveux. Les

têtes doivent être refoulées, et non soudées. La réception se fait en présentant les chevilles à deux gabarits en acier trempé; elles doivent toutes entrer jusqu'à la tête dans le plus grand et ne pas entrer jusqu'à la tête dans le plus petit.

On enfonce un certain nombre de chevilles dans un bloc de chêne jusqu'à moitié de leur longueur, puis on recourbe à coups de masse la partie excédante, de manière qu'elle fasse un angle de 45 degrés avec la verticale. Les chevilles soumises à cette épreuve doivent pouvoir être redressées sans altération.

Cahier des charges pour les coins. — Les coins doivent être en bois sec de bonne qualité (chêne ou acacia), sans aubier et de droit fil. Afin de s'assurer que cette dernière condition est remplie, on exige que les coins soient débités à la hache au lieu de l'être à la scie, puis rabotés.

On vérifie leurs dimensions au moyen de deux gabarits en acier; chaque coin doit traverser presque totalement l'un de ces gabarits et entrer à peine dans l'autre.

Cahier des charges pour les traverses. — Nous avons dit que les traverses des chemins européens étaient en chêne, en hêtre, en pin, ou en sapin. Le hêtre ne peut être employé que lorsqu'il a été préparé par un des procédés indiqués plus haut. On prépare aussi généralement le sapin et le pin, à moins toutefois qu'il ne soit très-résineux, comme le mélèze (*pinus laryx*). Au chemin de l'Est, on a remarqué que les chevillettes prenaient du jeu bien plus facilement dans le sapin que dans les autres bois. Elles se maintiennent beaucoup mieux dans le bois de hêtre.

« En prenant la durée relative des différentes essences de bois préparées et employées pour traverses, dit l'instruction bavaroise, et en calculant les intérêts comparés du prix d'acquisition et les frais de pose, on a trouvé que le montant de l'entretien normal était en Bavière le même quand le prix d'acquisition des pins et des sapins est de 1 franc, celui des pins résineux de 1 1/5 et celui du chêne de 2.

« A cette considération purement financière il convient d'ajouter que les chevilles tiennent mieux dans les traverses en chêne, et que l'exploitation éprouve moins de dérangement par suite du renouvel-

lement des traverses, et que, de plus, il y a économie de coins, de chevilles, de boulons et d'éclisses. Il convient donc d'employer les traverses en chêne partout où il y a possibilité de se les procurer à un prix inférieur à 2 1/10 de fois celui des pins et des sapins, ou à 1 1/2 de fois de celui des pins résineux. »

Les traverses sont payées en raison de leur volume ou à la pièce. Dans ce dernier cas, les tolérances en plus doivent compenser les tolérances en moins et l'épaisseur de l'aubier est limitée. Quand les traverses sont payées au cube, on ne tient pas compte de l'aubier ou l'on indique une tolérance. Cette stipulation ne s'applique qu'aux traverses en chêne, car les traverses en hêtre ne contiennent pas d'aubier proprement dit. Il est très-important d'indiquer au cahier des charges le mode de mesurage des traverses. Autrement le fournisseur pourrait avoir la prétention de les mesurer suivant certains usages du commerce, au grand détriment de la Compagnie.

On stipule que toute traverse présentant des défauts sera rejetée; on exige que le bois de chêne ait été abattu en bonne saison (du 15 octobre au 15 mars, à l'époque où la circulation de la séve est ralentie); enfin l'on n'admet que des bois qui aient moins de deux ans de coupe. Les traverses en bois tendre, au contraire, lorsqu'elles doivent être préparées par le procédé Boucherie, doivent être en bois vert. Si elles sont préparées par le procédé Fleury, Légé et Pironnet, le bois sec est préférable.

Quant à la forme des traverses, on exige que les deux faces horizontales soient planes, et l'on indique une courbure limite dans l'autre sens. La Compagnie de l'Est n'admet plus les traverses demi-rondes en chêne. En hêtre, au contraire, les traverses sont pour la plus grande partie demi-rondes; ce qui n'a pas d'inconvénients, puisque le hêtre est dépourvu d'aubier.

On a reconnu que les traverses devaient faire saillie de $0^m,60$ au moins en dehors des rails. Si elles sont moins longues, leurs extrémités vibrent fortement au passage des trains et font tasser la chaussée, de sorte que les traverses finissent par ne plus reposer sur le ballast qu'en leur milieu. Pour la voie ordinaire de $1^m,50$, les traverses doivent donc avoir $2^m,70$ de longueur.

La largeur et l'épaisseur des traverses influent également sur la stabilité de la voie. Si les traverses sont trop minces, elles fléchissent au passage des machines; si elles sont trop étroites, elles ne reposent pas sur une surface assez étendue, et la voie manque de solidité. D'un autre côté, leur largeur ne doit pas dépasser $0^m,36$, sans quoi l'on ne parvient que difficilement à bourrer uniformément le sable sur lequel elles portent.

Aux chemins de fer de l'Est, on a employé des traverses très-volumineuses ($0^{m3},110$ pour les traverses intermédiaires), et on s'en est très-bien trouvé. Avec ces traverses la voie est excellente et coûte moins d'entretien. *C'est une économie mal entendue que d'employer des traverses trop faibles.*

Les dimensions sont généralement plus fortes pour les traverses qui sont placées sous les joints des rails que pour les intermédiaires; on fixe ces dimensions en laissant au fournisseur une certaine latitude entre des limites données.

Les traverses de joint équarries employées aux chemins de fer de l'Est en France ont $0^m,14$ à $0^m,17$ d'épaisseur sur $0^m,32$ à $0^m,35$ de largeur; les mêmes traverses demi-rondes ont de $0^m,14$ à $0^m,18$ d'épaisseur sur $0^m,32$ à $0^m,36$ de largeur.

Les traverses intermédiaires équarries n'ont que $0^m,14$ à $0^m,15$ d'épaisseur sur $0^m,21$ à $0^m,28$ de largeur; demi-rondes, elles ont de $0^m,14$ à $0^m,17$ d'épaisseur sur $0^m,21$ à $0^m,33$ de large.

Ballast. — Le ballast doit être perméable et avoir une certaine consistance. On emploie comme ballast différentes substances. Le plus souvent on se sert de sable; mais, dans les pays où le sable de bonne qualité est rare, comme, par exemple, aux environs de Lille, on le remplace par d'autres substances, des pierres concassées (chemins d'Orléans, de Strasbourg, etc.), des mélanges de briques pilées et de laitiers (chemin de Lille à la frontière belge), de la menue houille (chemin de Darlington), de la craie (chemin du Nord).

Le sable, pour être suffisamment perméable, doit être composé de grains de moyenne grosseur et assez durs pour ne pas être écrasés et réduits en poudre au passage des convois. L'eau circule moins bien dans le sable fin; ce dernier, d'ailleurs, étant facile-

ment soulevé par le vent ou même par le simple courant d'air que produit le passage d'un convoi, devient très-nuisible aux machines, en se logeant dans leur mécanisme. Il pénètre dans les joints et jusque sur les fusées des essieux, s'y attache au moyen de la graisse qui les lubréfie et en occasionne promptement la destruction.

Le sable qui contient une forte proportion d'argile à l'état de mélange absorbe l'eau et se convertit en boue à la suite des grandes pluies. Il doit donc être rejeté. Mais, si l'argile n'est qu'en petite quantité, loin d'altérer la qualité du sable, elle lui donne une certaine consistance et l'empêche de se déplacer trop facilement.

Les pierres concassées sont moins homogènes que le sable, et leur emploi rend l'entretien plus difficile. Les mélanges de briques pilées et de laitiers ont donné toute satisfaction. La menue houille est d'un excellent usage. Mais il faut pour cela qu'elle ne contienne qu'une très-petite quantité de pyrite de fer; autrement elle s'enflammerait spontanément. La craie est souvent gélive et forme alors de la boue. On l'a employée au chemin du Nord pour l'assise inférieure de la chaussée; recouverte de sable elle a été soustraite aux influences de la gelée et s'est bien comportée.

Le choix du ballast exerce une grande influence sur l'état de la voie. On ne doit pas craindre la dépense pour obtenir un bon ballast.

Quant à ce qui concerne la qualité du ballast, l'instruction bavaroise s'exprime de la manière suivante :

« Comme ballast, il convient de ne jamais employer :

1° Du sable ou du gravier argileux;

2° Du sable quartzeux, grossier, pur, sans être mélangé avec du gravier ou des pierres concassées;

3° Du sable fin et mouvant, soit seul, soit comme mélange avec du gravier ou des pierres concassées;

4° Des pierres pourries ou se dilatant par les influences atmosphériques.

« Les matériaux à préférer sont le gravier de quartz dur, ou d'autres pierres non gélives, ayant moins de 0^{m},045 de diamètre, mêlées d'environ un tiers de sable, grossier et pur, ou renfermant peu d'argile. On obtient un ballast également bon en couvrant un blo-

cage de 0m,15 ou 0m,20 d'épaisseur d'une couche de pierres passées à l'anneau de 0m,05, mélangées d'environ un tiers de sable pur et grossier. Le sable ne doit pas former couche avec les pierres, mais être mêlé en même temps.

« Le gravier tout à fait pur d'argile, même mêlé de sable grossier pur, convient moins bien. Les pierres cassées, tendres, qui se réduisent en sable, soit par les influences atmosphériques, soit sous l'action de l'outil, en bourrant les traverses, conviennent encore bien moins. »

Il est certaines conditions communes à tous les cahiers des charges. Nous allons les indiquer.

Conditions générales. — Pendant l'exécution des travaux, il peut se présenter des améliorations qu'il soit convenable d'adopter : il faut toujours se réserver la faculté de le faire moyennant une indemnité réglée de gré à gré ou par experts.

Nous avons déjà, en traitant de la fabrication des rails, insisté sur la nécessité de stipuler que toutes les contestations qui pourraient s'élever entre la Compagnie et le fabricant seront jugées dans la localité où se trouve le domicile de la Compagnie. Cette condition doit s'appliquer à toute espèce de produits, coussinets, traverses, chevilles, coins et ballast aussi bien qu'aux rails.

Il en est de même de la condition de ne sous-traiter qu'avec l'autorisation de la Compagnie.

Il faut enfin opérer sur les payements une retenue de un dixième qui n'est restitué au fabricant qu'à l'expiration du délai de garantie.

POSE DE LA VOIE.

Une mauvaise voie peut devenir la cause d'accidents graves, elle entraîne dans des frais d'entretien fort élevés. Il est donc de toute nécessité d'apporter le plus grand soin dans la pose.

Lorsqu'on reçoit la voie, il faut s'assurer que les traverses reposent sur une couche de ballast suffisamment épaisse, qu'elles portent par tous leurs points sur cette couche et sont convenablement enveloppées de ballast; que dans la voie ordinaire avec rails à champignons les coussinets, et, par suite, les rails, ont l'inclinaison con-

venable; qu'ils sont solidement fixés aux traverses; que la largeur de la voie est constante, du moins dans les parties rectilignes; que la hauteur des deux files de rails est la même dans les lignes droites; que, dans les courbes, on a, pour faciliter le passage des convois, surélevé convenablement la file de rails extérieurs; que l'on a ménagé un écartement suffisant entre les abouts des rails et pris les mesures nécessaires pour empêcher que cet écartement ne diminue par suite de la marche des trains, et enfin que les coins ont été suffisamment enfoncés et ont été placés dans la direction convenable. Quand il s'agit de rails à patin, il faut s'assurer de la solidité des crampons ou des vis.

On n'a pas toujours attaché suffisamment d'importance à fixer les rails de manière à empêcher leur glissement tout en maintenant un jeu suffisant entre les abouts. Le rapprochement, par suite du glissement, peut cependant devenir la cause de graves accidents.

C'est à un rapprochement de ce genre, dit M. Maniel, qu'il faut probablement attribuer l'accident de Fampoux. Cet accident a eu lieu dans un point bas, entre une pente et une rampe de 0,005. La voie était neuve et incomplétement ballastée en raison du tassement des remblais; les rails de la voie descendante s'étaient sans doute déplacés beaucoup, ceux de la rampe, par contre, avaient peu marché et les joints au point bas étaient probablement très-serrés.

Par l'influence des fortes chaleurs, les rails au bas de la pente, ne pouvant plus se dilater en longueur, se sont déplacés horizontalement, au passage des trains, suivant des lignes brisées. En un joint deux rails ont présenté un redan, il n'en fallait pas davantage pour faire dérailler.

Nous avons indiqué plus haut l'écartement des points d'appui des rails à champignons ordinaires du chemin de Mulhouse et des rails à patin du chemin du Nord.

L'instruction sur la pose des voies en Bavière est ainsi conçue :

« Les points d'appui de supports ne doivent pas être distants de plus de $0^{m},88$. Ces distances seront toujours plus faibles vers les extrémités du rail que vers le milieu. Les supports seront plus rap-

prochés vers les extrémités avec des rails sans éclisses qu'avec des rails à éclisses. Le rail à coussinets du chemin de l'Ouest (du roi Louis), de Bamberg à Schweinfurt, a 6m,14 de longueur; on lui donnera 8 supports, placés à :

0m,68	0m,75	0m,82	0m,82
0m,82	0m,82	0m,75	0m,68

« Le même rail de 5m,26 recevra 7 supports, placés à :

0m,67	0m,73	0m,82	0m,82	0m,82	0m,73	0m,67

« Les rails à base large, de 5m,54, avec éclisses, recevront 7 supports, placés à :

0m,67	0m,79	0m,87	0m,88	0m,87	0m,79	0m,67

« Les rails du modèle ancien (Seraing), de 4m,68, sans éclisses, recevront 6 supports, portés à :

0m,58	0m,88	0m,88	0m,88	0m,88	0m,58

« Ces distances indiquées pour les supports seront observées, excepté dans les deux cas suivants : 1° lorsque la distance des joints laissée au moment de la pose est insuffisante, et 2° lorsqu'il n'existe point de moyens pour empêcher le glissement : dans ce cas, on pourra s'éloigner des nombres indiqués jusqu'à 0m,06.

« Dans l'essai à faire dans l'Algaü avec des dés sur nagelflue, on se servira, avec les rails à base large de 5m,54 de longueur, de 6 au lieu de 7 supports, qui seront placés à :

0m,79,	0m,96	1m,02	1m,02	0m,96	0m,79

« On ne donnera même, et à titre d'essai, que 5 supports, placés à :

1m,02	1m,14	1m,22	1m,14	1m,02

« Ces distances sont mesurées du milieu d'un dé à l'autre; ces dés seront placés diagonalement, pour présenter au rail une longue surface de pose.

« Dans les alignements, on conservera l'inclinaison de 1/20, admise jusqu'à ce jour et consacrée par l'expérience; la même inclinaison sera conservée aux roues des locomotives, à l'exception toutefois de celles de devant, qui auront une conicité de 1/16.

« Dans les courbes, la surface de pose des rails à base large, comme les bases des coussinets dans les voies à coussinets, conserveront entre elles une inclinaison de 1/10, tandis que le niveau de la surface de roulement du rail extérieur s'élèvera par rapport à celle du rail intérieur avec la diminution du rayon de la courbe. Il n'y aura d'exception, pour l'inclinaison des rails entre eux, que dans les voies posées sur dés en pierre, ayant des rayons de 440 à 290 mètres. Dans ce cas, le rail intérieur restera vertical, et sa surface de pose sera par conséquent horizontale, tandis qu'il pencherait en dehors de l'axe de la voie, si l'on voulait conserver rigoureusement l'inclinaison entre les deux surfaces de pose des dés.

« Les écartements intérieurs des rails consacrés par l'expérience sont :

Pour un rayon de	292^{m}	1^{m},4593
—	321	1^{m},4565
—	350	1^{m},4534
—	379 à 408	1^{m},4505
—	438 à 467	1^{m},4476
—	496 à 584	1^{m},4447
—	584 à 730	1^{m},4433
—	730 à 875	1^{m},4418
—	875 à 1,167	1^{m},4372

« Dans les courbes de gares, on peut, sur les voies principales, aller jusqu'à un écartement de 1^{m},4593, et, dans les voies secondaires *in maximo*, 1^{m},461.

« Dans les courbes, on conservera au rail intérieur son niveau, mais on surhaussera le rail extérieur d'après les indications du tableau suivant :

« Pour un rayon de	292^{m}	0^{m},1167
—	350	0^{m},1021
—	408	0^{m},0934
—	467	0^{m},0875
—	525	0^{m},0817
—	584	0^{m},0719
—	875	0^{m},0379
—	1,167	0^{m},0159

« La distance normale de l'axe d'une voie à l'autre est fixée en dehors des gares à 3^{m},50. Dans l'intérieur des gares, cette distance est insuffisante, et partout où deux trains peuvent se mouvoir en même temps sur des voies parallèles, on la portera, au minimum, à 4^{m},95, ou mieux à 5^{m},25. Dans les stations principales, et dans les points où les deux voies viennent à se croiser, on laissera, s'il y a possibilité, entre elles, un espace libre de 5^{m},20; ce qui suppose une distance, d'axe en axe, de 6^{m},70. Dans les autres voies des gares, on peut se contenter d'une distance, d'axe en axe, de 4^{m},10 à 4^{m},40. »

Nous avons indiqué plus haut certaines précautions à prendre pour fixer les coins et contrarier le mouvement de glissement des rails; l'instruction pour les chemins de fer bavarois s'exprime à ce sujet de la manière suivante :

« Si le glissement longitudinal des rails sur les supports n'a pas été empêché, il arrivera que les extrémités se toucheront en se refoulant peu à peu, et les rails se fendront par éclats. Ces inconvénients sont parfaitement évités par l'emploi des éclisses à cornières.

« Dans une voie avec rails à base large et sans éclisses, on empêche le glissement longitudinal, mais d'une manière beaucoup moins parfaite, en enfonçant deux chevillettes à crochets dans les encoches rectangulaires pratiquées dans la base et vers l'extrémité.

« Dans une voie avec rails à coussinets, on enfonce les coins en bois :

« 1° Sur les fortes pentes, dans la direction de la pente;

« 2° A l'approche des stations, dans la direction de la station;

« 3° Et, sur le restant de la ligne, en partant du milieu du rail, dans les deux directions.

« Si des glissements ont lieu malgré ces précautions, on sort les coins, on partage les joints, mais sans toucher aux traverses de joints.

« Les distances de joints admises jusqu'à ce jour dans la pose se sont montrées insuffisantes par rapport aux glissements provenant de la dilatation ; d'autant plus qu'on ne saurait nier qu'il se produit en même temps sous l'action des roues un laminage dans les rails. On calculera donc à l'avenir les joints de manière à laisser, même par les plus fortes dilatations, une distance libre de $0^m,0012$.

« Pour empêcher les rails de se fendre par éclats, on arrondira les arêtes de la tête à $0^m,003$. »

PASSAGES A NIVEAU, BARRIÈRES, CLÔTURES ET CONTRE-RAILS.

Passages à niveau. — Les routes qui croisent les chemins de fer

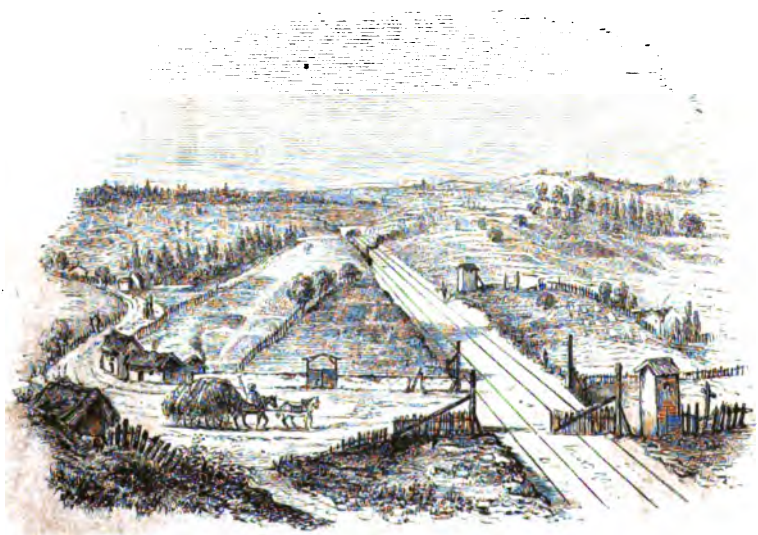


Fig. 84. — Passage à niveau.

passent au-dessus, au-dessous et même au niveau de ce chemin (fig. 84). Dans le dernier cas, la partie du chemin de fer traversée

par la route prend le nom de *passage à niveau*. Nous avons, au chapitre du *Tracé*, traité la question de savoir jusqu'à quel point il convient de multiplier les passages à niveau et celle des règles à observer dans leur distribution sur les lignes. Il nous reste à parler de la disposition de la voie dans les parties où elle se croise ainsi avec les routes.

Si le passage à niveau ne doit servir que pour les piétons, la voie ne subit aucune modification. Les rails ne gênent pas plus les piétons que tout autre obstacle d'une faible hauteur placé en travers de la route. Mais, si les voitures ont accès sur le passage, il est nécessaire de le paver dans toute la largeur de la route. Les rails sont alors noyés dans le pavé, comme l'indique la figure 85, qui est une coupe en travers de la voie, en sorte que les roues des voitures ne passent que sur le champignon du rail sans risquer de le renverser, comme elles le feraient infailliblement s'il était en saillie au-dessus du sol.

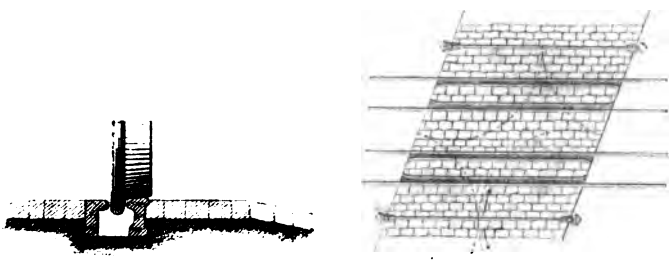


Fig. 85 et 86. — Disposition d'un passage à niveau.

Du côté de l'axe de la voie est une rainure ménagée dans le pavé et dans laquelle se logent les bourrelets des roues de wagons. L'un des côtés de la rainure est soutenu par le rail lui-même, l'autre côté par un longeron en bois, une bande de fer ou un rail usé qui porte le nom de contre-rail. Le contre-rail doit être recourbé à ses extrémités, comme le représente la figure 86, afin qu'une roue de wagon qui, par suite d'une oscillation latérale, s'écarterait du rail, soit ramenée tout naturellement dans l'espace compris entre le rail et le contre-rail.

Quelquefois on ménage une rainure à droite et à gauche du rail (fig. 87), afin qu'aucun obstacle, tel qu'une petite pierre, ne puisse se placer sur le bord extérieur du rail et gêner le passage des roues du waggon. La surface du champignon peut alors se trouver plus bas que celle du pavé et les roues des voitures traversent la rainure dans toute sa largeur sans même toucher le rail. La première disposition, qui est la plus économique, est aussi la plus généralement adoptée.

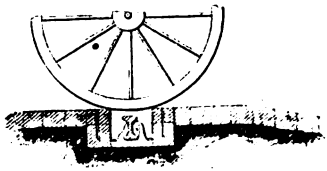


Fig. 87.

L'instruction pour l'établissement des chemins bavarois contient le paragraphe suivant relatif aux passages à niveau.

« Dans les alignements et dans les courbes de près de 250 mètres de rayon, on donnera entre le rail de la voie et celui formant contre-rail une ouverture de $0^m,073$, que l'on portera à $0^m,087$ quand le rayon de la courbe sera inférieur à 200 mètres. La profondeur de la rainure est donnée par les rails mêmes dans la voie avec rails à base large. Dans les voies avec rails à coussinets, on conservera comme suffisante la profondeur actuelle de $0^m,04$.

« Les routes de l'État et les autres chemins très-fréquentés ou se trouvant à proximité des villes doivent être pavés sur les passages à niveau ; dans les autres cas, il suffit d'établir un bon empierrement. Partout où les passages à niveau auront un pavé, il convient de les prolonger d'au moins 10 mètres des deux côtés des voies ferrées. Cette partie sera horizontale ou à rampe maxima de $0^m,02$ vers la voie de fer. Dans les voies et les entre-voies on donnera une légère surélévation ne dépassant pas de $0^m,03$ le niveau des rails. Le côté extérieur du rail de la voie sera garanti par une longuerine en bois de chêne de $0^m,15$ d'épaisseur et garni d'une cornière en fer servant de point d'appui au pavé. »

Barrières. — Le chemin de fer est toujours, en France, enfermé entre deux lignes de clôtures. Au passage des routes, la clôture fixe doit être nécessairement interrompue et remplacée par une barrière mobile. Cette barrière, représentée figure 88, est à un

seul vantail ou à deux vantaux, suivant sa largeur. Quand elle est à deux vantaux, elle peut s'ouvrir du côté du chemin de fer, de manière à fermer la voie tout en ouvrant la route, ou s'ouvrir du côté de la route en laissant la voie ouverte. La première disposition

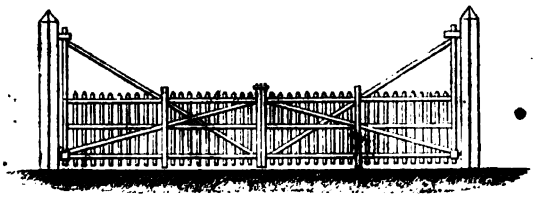


Fig. 88. — Barrière de passage à niveau.

a cet avantage, qu'elle ne permet pas aux piétons, aux chevaux ou aux bestiaux de s'écarter à droite ou à gauche du passage à niveau pour circuler sur le chemin de fer; mais elle a cet inconvénient, que, si la route coupe obliquement le chemin de fer, les barrières doivent être très-grandes, et que souvent la barrière, se trouvant, par suite de négligence, barrer la voie au moment de l'arrivée du convoi, est renversée par la machine. Aussi la première disposition est-elle préférée.

Sur la ligne de Mulhouse, on a adopté une disposition un peu différente : les barrières s'ouvrent vers le chemin de fer, mais à une distance telle qu'il reste, lorsqu'elles sont ouvertes, une distance d'au moins $1^m,50$ entre elles et le rail extérieur. L'avantage que présente cette disposition sur la précédente, c'est que l'ouverture des barrières peut se faire sans refouler le public ou les voitures qui peuvent attendre la manœuvre.

Pour les passages à niveau très-fréquentés, le passage sur la route est ordinairement libre : ce n'est qu'au moment de l'arrivée des convois qu'on ferme les barrières momentanément. Il n'en est pas ainsi sur les passages à niveau d'une fréquentation ordinaire, où les barrières ne sont ouvertes qu'à la demande du public, parce que le garde-barrière est ordinairement chargé de surveiller un canton plus ou moins étendu.

Au chemin de fer de l'Est, les barrières des passages à niveau

sont ordinairement accompagnées d'un portillon pour les piétons; ce portillon, qui n'est jamais cadenassé, est disposé de manière à empêcher l'introduction du gros bétail dans l'enceinte du chemin de fer.

Au chemin de fer du Nord on a employé également des barrières manœuvrées à distance au moyen d'un fil de fer : elles se composent d'une poutre à bascule tenue en équilibre par un contrepoids.

L'inclinaison des routes, quand elles se raccordent aux chemins de fer, ne doit pas, aux termes de la loi, dépasser 3 centimètres pour les routes impériales, et 5 centimètres pour les chemins vicinaux et ruraux. La limite inférieure fixée par la loi pour le rayon des courbes de raccordement est, sur les routes impériales, de 50 mètres, et, pour les chemins ruraux, de 15 mètres.

Les routes, en traversant les chemins de fer, doivent conserver toute leur largeur.

« Les barrières auxquelles se tient le garde, dit l'instruction bavaroise, sont les seules qui n'ont pas besoin d'être fermées à clef. On peut fermer à la main les barrières se trouvant à moins de 150 mètres du poste d'un garde; celles qui se trouvent plus loin peuvent être manœuvrées convenablement au moyen d'un fil de fer. »

Clôtures. — Les clôtures sont en bois, composées de treillages plus ou moins simples de $1^m,40$ de hauteur, fixées à des poteaux, espacés de $1^m,50$, ou de lisses en bois clouées à des poteaux. On fait aussi des clôtures avec des fils de fer galvanisés fixés à des poteaux en bois, ces fils pouvant être tendus à volonté par des appareils spéciaux.

Les meilleurs treillages sont formés de lattes appointies ou de simples échalas unis les uns aux autres par des fils de fer tressés. On a fabriqué à la mécanique les treillages composés de lattes. On renonce aujourd'hui à l'emploi de ces treillages. A la mécanique, ils manquent de solidité et sont d'un entretien trop difficile. Tout légers qu'ils sont, les treillages en échalas offrent une grande solidité, et ce n'est pas sans difficulté qu'on parvient à les briser. Les clôtures avec lisses sont plus économiques, mais elles n'opposent

presque aucun obstacle au passage des hommes et des animaux sur la voie.

Celles en fil de fer galvanisé ne coûtent pas beaucoup plus que celles avec lisses en bois et durent plus longtemps. Sur le chemin de Mulhouse, on a posé des clôtures de la première espèce dans le voisinage des villes ou dans les localités très-peuplées et des clôtures à lisses sur les autres parties de la voie.

Ces clôtures ne sont que provisoires : on plante généralement à côté des haies, qui, au bout de quelques années, doivent les remplacer.

Il est difficile d'obtenir des haies en bon état sur une grande longueur de ligne. Au chemin de fer de l'Est on avait confié l'entretien des haies à un entrepreneur général. On a lieu de le regretter. L'établissement de ces haies se ferait probablement dans de meilleures conditions en régie. L'exécution peut en être confiée avec avantage aux gardes-ligne, que l'on intéresse au travail par des primes.

L'instruction bavaroise recommande de ne planter des haies que sur les points où elles ne peuvent pas favoriser les encombrements résultant des neiges mouvantes.

Contre-rails. — On ne pose pas de contre-rails à l'emplacement des passages à niveau seulement. On en posait anciennement sur toutes les parties du chemin où les déraillements paraissent le plus à redouter, où dans celles où ils pourraient avoir les plus graves conséquences. Les contre-rails se composent alors de longerons en bois plus élevés que les rails et ont pour but d'empêcher les wagons de quitter la voie. La distance de ces longerons (fig. 89) au rail est de 75 millimètres. Le contre-rail s'oppose à ce que le wagon quitte la voie en montant sur le rail et à ce qu'il dévie. Comme, à la rigueur, il faudrait poser des contre-rails sur tous les grands ponts et sur tous les remblais élevés, et que cela deviendrait souvent fort coûteux, on en a considérablement limité l'usage. *Et même sur le*

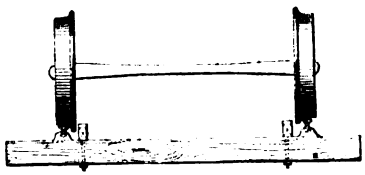


Fig. 89.

chemin de Lyon ainsi que sur toutes les nouvelles lignes en France, on supprime les contre-rails comme rendant l'entretien de la voie plus difficile. Sur le chemin du Palatinat, cependant, on en a posé dans toutes les courbes de petit rayon du côté de la file de rails la plus courte.

CHAPITRE VIII

ACCESSOIRES DE LA VOIE

CHANGEMENTS ET CROISEMENTS DE VOIE, PLAQUES TOURNANTES, CHARIOTS DE SERVICE, GRUES HYDRAULIQUES ET SIGNAUX FIXES.

Dans l'exploitation d'un chemin de fer, on a fréquemment besoin de faire passer les voitures ou les machines d'une voie sur une autre, particulièrement dans les gares d'un chemin à double voie et aussi dans les gares d'évitement d'un chemin à simple voie. Les appareils au moyen desquels s'opèrent ces manœuvres peuvent être divisés en deux catégories.

Ceux de la première catégorie permettent de faire passer tout un train d'une voie sur l'autre par une manœuvre unique qui se fait généralement avec le moteur ordinaire; ce sont les *changements de voie*.

Ceux de la seconde catégorie exigent une manœuvre spéciale pour chaque véhicule; ce sont les *plaques tournantes* et les *chariots de service*.

Changements, croisements et traversées de voie.

Supposons qu'aux points *c c* (fig. 90) la voie V se bifurque, on conçoit aisément qu'au moyen d'appareils spéciaux, placés en *c*, un convoi qui marche dans la direction de la flèche pourra être guidé, soit dans la voie V, soit dans la voie V', ou bien qu'un convoi venant par une des voies V et V', en un sens inverse de la flèche, pourra continuer sa route sur la voie V.

L'appareil placé en *c c* est le *changement de voie* proprement dit.

En K, où les rails des deux voies se coupent, il faut nécessairement une autre disposition particulière qui permette aux rebords des roues, dont la trace est indiquée en lignes ponctuées dans la figure 90, de passer dans les rails *r r* et *r' r'* sans monter sur ces rails. Ce nouvel appareil est le *croisement de voie*.

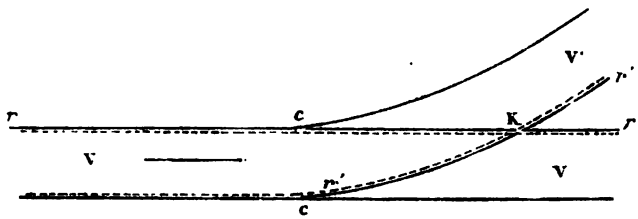


Fig. 90.

Tous les changements de voie peuvent être placés dans l'une des trois catégories suivantes :

Changement à rails mobiles. — 1° Le changement se compose de deux rails *b d* et *a c* réunis par une entretoise à articulation *o n* (fig. 91). Ces deux rails, qui portent le nom d'aiguilles, peuvent

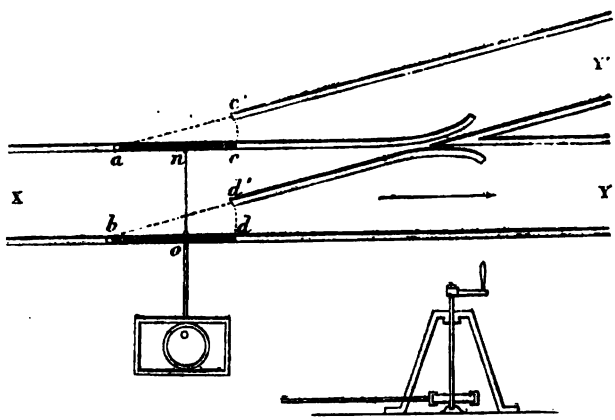


Fig. 91. — Changements à rails mobiles.

tourner dans le plan du chemin autour de boulons placés en *a* et *b*. Placées dans la direction indiquée par les lignes pleines, elles des-

servent la voie X Y, en sorte que les convois, marchant sur cette voie dans la direction de la flèche, ne manqueront pas de la suivre en laissant de côté la voie oblique. Si, faisant tourner les aiguilles autour des boulons *a* et *b*, on leur fait prendre les positions *a c'* et *b d'*, indiquées par les lignes ponctuées, elles desservent au contraire la voie oblique, ou, en d'autres termes, elles forcent les convois qui arrivent en *a b* sur la voie X Y dans la direction de la flèche à passer sur la voie oblique X Y'.

Changement à contre-rails. — 2° La voie est entièrement fixe; elle est simplement interrompue sur une petite longueur en *a b* (fig. 92), afin de donner passage aux bourrelets des roues. Les convois sont alors dirigés sur l'une ou l'autre voie par deux barres de fer plates *c d* et *c' d'*, recourbées à leurs extrémités *c* et *c'*, et

Fig. 91.

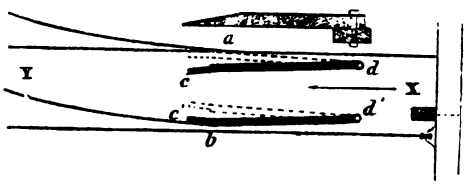
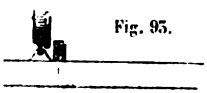


Fig. 92. — Changement à contre-rails.

Fig. 93.



tournant dans le plan du chemin autour de boulons *d* et *d'*. On appelle aussi ces barres des aiguilles. Placées comme l'indiquent les lignes pleines, elles permettent au convoi qui vient en X sur la voie X Y dans la direction de la flèche de continuer à se mouvoir en ligne droite sur cette voie, et, si on les fait tourner de manière qu'elles prennent la position indiquée en lignes ponctuées, elles forcent le convoi à prendre la voie oblique. En effet, une des roues de devant, arrivant en *a*, ne peut passer sur la voie rectiligne parce que l'aiguille l'en empêche; elle est forcée de suivre la voie courbe. La roue jumelle, étant solidaire, prend aussi cette voie. Les aiguilles plus hautes que les rails, ainsi que l'indique la coupe transversale

(fig. 93), font effet de *contre-rails*, car, les bourrelets des roues passant entre le rail et l'aiguille, celle-ci empêche que la machine ou le wagon se jette de côté et sorte ainsi de la voie.

Les aiguilles de ces changements à contre-rails sont taillées en biseau en *c* et *c'*, de manière à former un plan incliné, comme le montre la coupe fig. 94.

Changement à aiguilles effilées. — 3° Dans une troisième espèce de changement de voie, les deux aiguilles sont des bouts de rails effilés en *b* et *b'* (fig. 95), et tournant autour de boulons en *a* et *a'*. Les lignes pleines indiquent les aiguilles disposées pour le service de la voie rectiligne, et les lignes ponctuées les mêmes aiguilles placées pour le service de la voie oblique.

Fig. 95. — Changement à aiguilles effilées

Avantages et inconvénients des différents systèmes. — Chacun de ces trois systèmes a ses avantages et ses inconvénients : les changements de voie de la première espèce sont très-simples et permettent de rendre la déviation très-douce, puisqu'il suffit pour cela de faire les aiguilles très-longues, ce qui est sans inconvénients avec des aiguilles qui conservent partout la même épaisseur; en outre, ils peuvent être disposés avec la plus grande facilité, de manière à desservir un nombre quelconque de voies se rencontrant en un même point. Mais ils sont dangereux, parce que, si un convoi venant de la voie Y' (fig. 91) dans la direction Y' X trouve les aiguilles placées dans les positions *a c* et *b d*, il déraille infailliblement. *Cette première espèce de changements de voie à rails mobiles est par cette raison abandonnée pour la voie définitive sur toutes les*

lignes établies depuis quelques années, ou du moins on n'en fait usage que dans certains cas particuliers que nous indiquerons plus loin.

Les changements de la seconde espèce à contre-rails ont sur les précédents l'avantage de ne pas occasionner de déraillement du convoi si l'aiguille est mal placée. Supposons, en effet, les aiguilles desservant la voie rectiligne (fig. 92). Un convoi arrivant par la voie oblique n'est pas arrêté, comme on pourrait le supposer, en *c'* par l'aiguille. Le bourrelet de la roue, montant sur le plan incliné qu'elle présente à cette extrémité, passe par-dessus l'aiguille; elle va retomber en *b* sur la voie X, et le convoi est ainsi rejeté sur cette voie. *Ce changement de voie, d'un autre côté, donne lieu à de violentes secousses qui peuvent occasionner des déraillements quand ils sont abordés en talon sur la voie fermée, de plus le rail effilé est exposé à une altération rapide. On a cessé pour ces raisons d'en faire usage.*

Les changements de la troisième espèce avec rails mobiles amincis à leurs extrémités, de même que les précédents, ne sont nullement dangereux quand les aiguilles sont mal placées. En effet, qu'un convoi marche sur la voie oblique lorsque les aiguilles desservent la voie rectiligne, comme figure 95, le bourrelet de la première roue arrivant dans l'angle *b* poussera de côté l'aiguille, qui sera ainsi chassée de même que l'autre aiguille *a' b'* dans la direction des lignes ponctuées, et le convoi s'engagera sans secousse sur la voie rectiligne. *Ce changement présente en outre une voie non interrompue; aussi est-il aujourd'hui généralement préféré.*

Lorsque, dans le cas de la première espèce de changement de voie, les wagons passent dans la voie oblique, la pression latérale du bourrelet des roues contre l'aiguille tend à la pousser de côté. Elle doit être alors manœuvrée et soutenue par un levier d'une espèce particulière avec excentrique, que nous avons représenté figure 91, ou par des leviers du même genre que nous décrirons un peu plus loin.

Dans le changement de la troisième espèce l'aiguille est soutenue par le rail. On la manœuvre à l'aide d'un levier dont nous représenterons la disposition.

Ancien changement de voie de Saint-Germain. — La figure 96 représente le changement de voie de la première espèce, employé au chemin de Saint-Germain. Les aiguilles étaient de simples rails *américains*, portant à leur extrémité, placée du côté de la

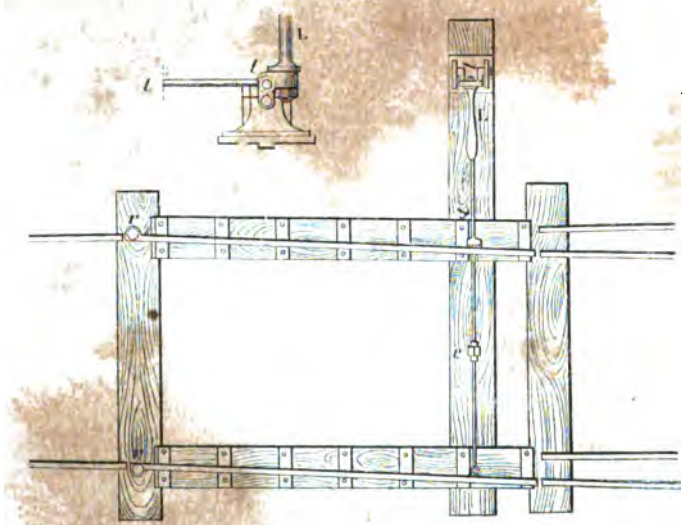


Fig. 96. — Ancien changement de voie de Saint-Germain.

voie unique, un renflement *r r* percé d'un trou vertical. Ce renflement s'appuyant sur une saillie venue de fonte avec le coussinet extrême de la voie unique, tous deux étaient traversés par un goujon en fer, autour duquel tournait l'aiguille; celle-ci s'appuyait de distance en distance sur de petites platines en fer fixées sur les longuerines du châssis qui portait les aiguilles. Les deux aiguilles étaient reliées entre elles par une entretoise en fer dont on réglait la longueur au moyen d'un écrou *e* à filets inverses. Le levier L et la tringle *t t* servait à manœuvrer les aiguilles. Ces aiguilles étaient trop faibles pour pouvoir résister à la pression du bourrelet des roues; elles se déversaient d'ailleurs par suite de cette pression.

Ancien changement de voie des chemins belges, d'Orléans, etc. — En Belgique, on a cherché à les consolider en les fixant sur une forte bande de tôle qui leur donnait plus d'assiette.

Aux chemins d'Orléans et de Birmingham, on a composé chaque aiguille de deux rails fixés du côté des deux voies sur un coussinet double qui tournait autour d'un goujon (fig. 97).

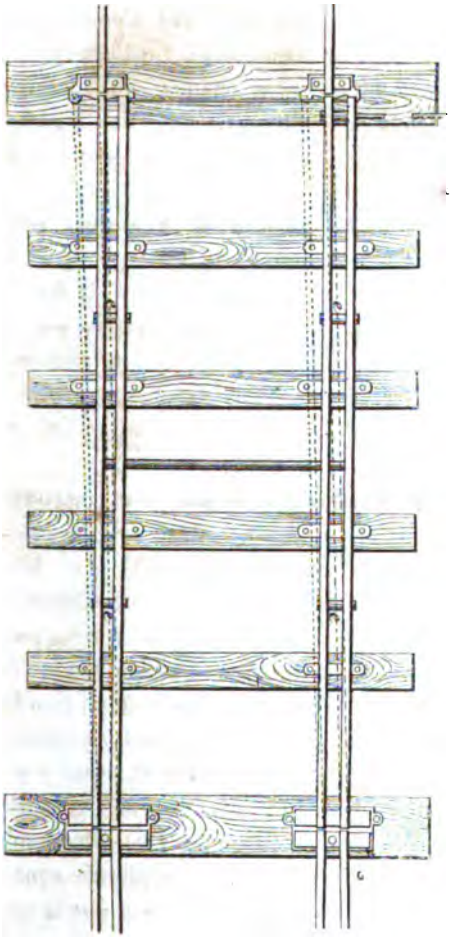


Fig. 97. — Ancien changement du chemin d'Orléans.

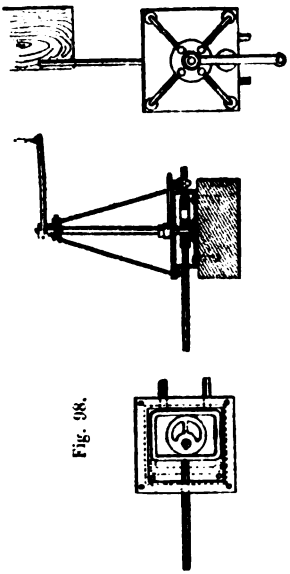


Fig. 98.

Les deux rails étaient en outre réunis de distance en distance par de petites entretoises *e e* en fer. La manœuvre se faisait au moyen d'un arbre à manivelle muni d'un excentrique.

La ligne pleine indique la position de l'excentrique pour une première direction des aiguilles, la ligne ponctuée, sa position pour la seconde direction. Cet excentrique, en tournant, entraînait un châssis rectangulaire auquel était fixée la tringle qui

réunit les aiguilles. On lui imprimait le mouvement de rotation au moyen de l'arbre vertical à manivelle (fig. 98).

Changement de voie pour terrassements. — Les changements de voies à rails mobiles étant fréquemment employés pour les terrassements, on en a modifié la construction. Les aiguilles sont alors de simples rails munis de leurs coussinets. L'articulation se fait du côté de la voie unique en ne fixant chaque coussinet que par une cheville. Les coussinets de l'autre extrémité des aiguilles sont fixés sur une bande de fer plat qui glisse sur une traverse de la voie et qui est manœuvrée au moyen d'un levier.

Ancien changement de voie du chemin de Versailles (rive gauche). — La figure 99 représente un changement de voie de la seconde espèce, employé dans l'origine au chemin de fer de Versailles (rive gauche). Elle indique que les contre-rails reposent sur des madriers en bois dans lesquels sont incrustées de distance en distance des platines en fer. D'autres fois ils glissent simplement sur des nervures venues de fonte avec les coussinets de la voie.

Changement de voies de Stephenson à une seule aiguille. — Le premier changement de voie à aiguille effilée est dû à Stephenson; il n'avait qu'une aiguille mobile (fig. 100). Les deux rails extérieurs A R et A′ S′ ne présentaient aucune discontinuité. Le rail intérieur S S de la voie droite était aminci pour donner passage aux bourrelets des roues. Enfin le rail *b* était mobile autour de l'articulation *b;* le rail A′ S′ était entaillé de manière que l'aiguille pût s'appliquer contre ce rail sur une certaine longueur, et conserver partout une force suffisante. Un contre-rail fixe D, évasé à ses extrémités pour faciliter l'entrée des bourrelets des roues, était fixé aux coussinets de la voie du côté opposé à l'aiguille. Un contre-poids suspendu au levier de manœuvre tenait l'aiguille appliquée contre le rail A′ S′ par l'intermédiaire de la tringle *t*, de sorte que la voie oblique était habituellement ouverte.

L'aiguille étant placée dans sa position normale tracée en traits pleins dans la figure 100, un train marchant dans un sens ou dans l'autre passait de la voie oblique sur la voie droite ou inversement. Si le train marchant sur la voie droite S A, S′ A′ dans la direction S′ A′

arrivait sur le changement de voie, chacune des roues écartait à son tour l'aiguille en soulevant le contre-poids, et l'aiguille ne repre-

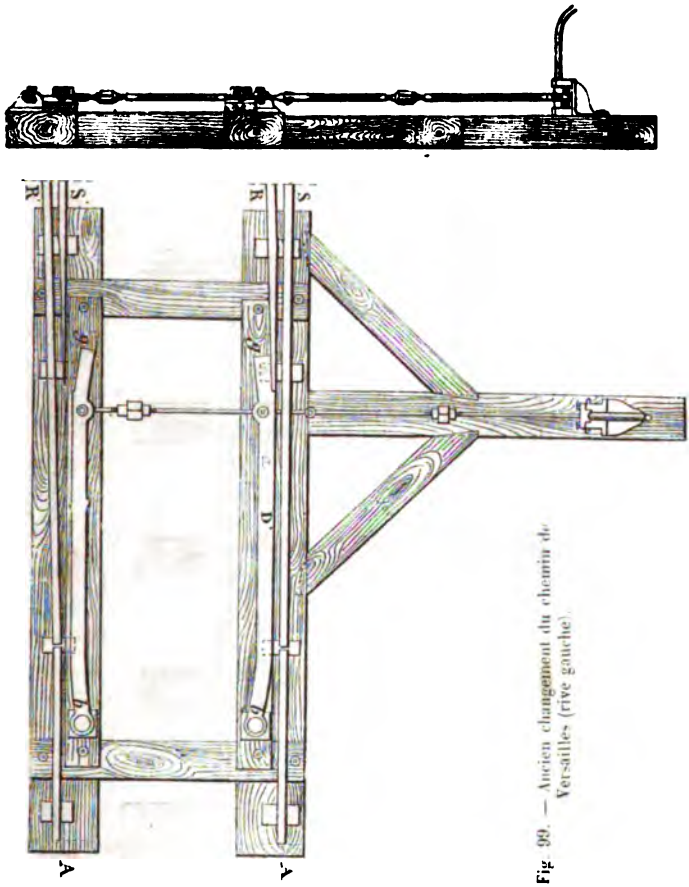


Fig. 99. — Ancien changement du chemin de Versailles (rive gauche).

nait sa position que quand la dernière roue du train avait passé le changement de voie. Le contre-rail D, maintenant l'une des roues, empêchait, dans ce cas, la roue jumelle, dont le bourrelet marche entre l'aiguille et le rail S', de venir buter contre l'entaille de ce rail. Si enfin un train arrivant par la voie unique en sens inverse devait continuer à marcher sur la voie SS', il fallait qu'un ouvrier spécial, l'aiguilleur, manœuvrât le levier et écartât l'aiguille

de sa position normale pendant toute la durée du passage du train.

Changement de voies à deux aiguilles. — La pointe fixe S de

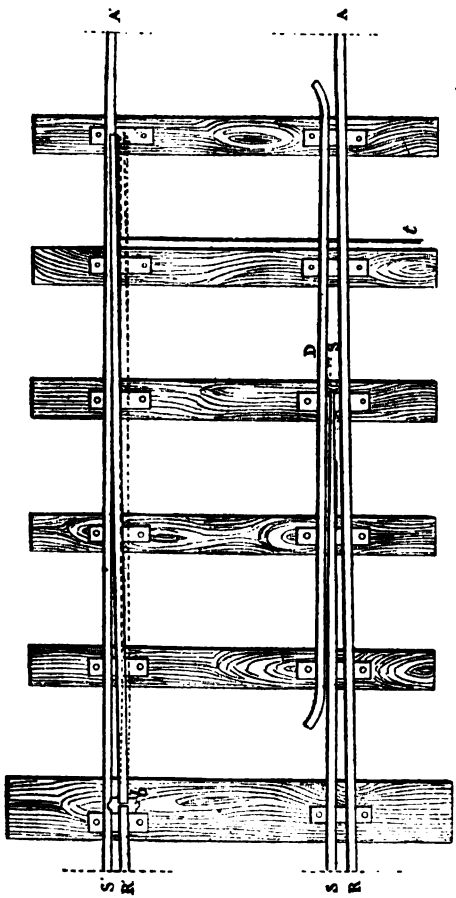


Fig. 100. — Changement à une aiguille, de Stephenson.

ce changement de voie ne résistait pas longtemps aux pressions auxquelles elle était soumise, et, de plus, les convois, en passant pour marcher dans la direction rectiligne sur la lacune S, éprouvaient une secousse; on a remplacé cette pointe par une seconde aiguille, en général plus courte que la première, mais construite de la même manière, et l'on a été amené ainsi à l'établissement des

changements de voie à deux aiguilles effilées (fig. 101), dont nous avons déjà fait mention. Afin de conserver à ces aiguilles une force suffisante, on les coude légèrement à partir du point *a*, où leur champignon rencontre celui des rails. On les tord en outre de manière qu'elles deviennent verticales près de leur pointe. Elles ont l'inclinaison de 1/20 comme les rails dans la partie voisine du talon.

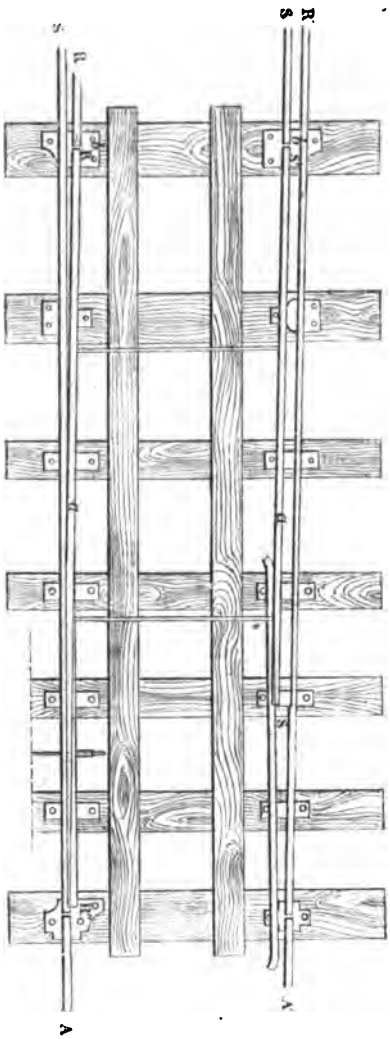


Fig. 101. — Autre changement avec deux aiguilles, avec rail entaillé.

Changement Wyld à aiguilles inégales. — Un important perfectionnement a été apporté aux changements de voie de ce système par un ingénieur anglais, M. Wyld.

Dans cette nouvelle disposition, représentée fig. 102, les aiguilles sont coupées en biseau à leurs extrémités, qui viennent se loger sous les champignons des rails; les roues, ne passant plus alors sur la partie la plus étroite des aiguilles, ne les écrasent pas comme dans l'autre système, et, le rail n'étant plus entaillé, on évite les secousses, ce qui permet de supprimer le contre-rail.

Dans le changement Wyld, représenté figure 102, on a fait les deux aiguilles de longueurs inégales, afin d'empêcher les roues d'un même wagon de

s'engager en même temps sur deux voies différentes. En effet, supposons qu'une petite pierre ou tout autre obstacle se trouvant sur la voie ait empêché l'aiguille de la voie oblique de se

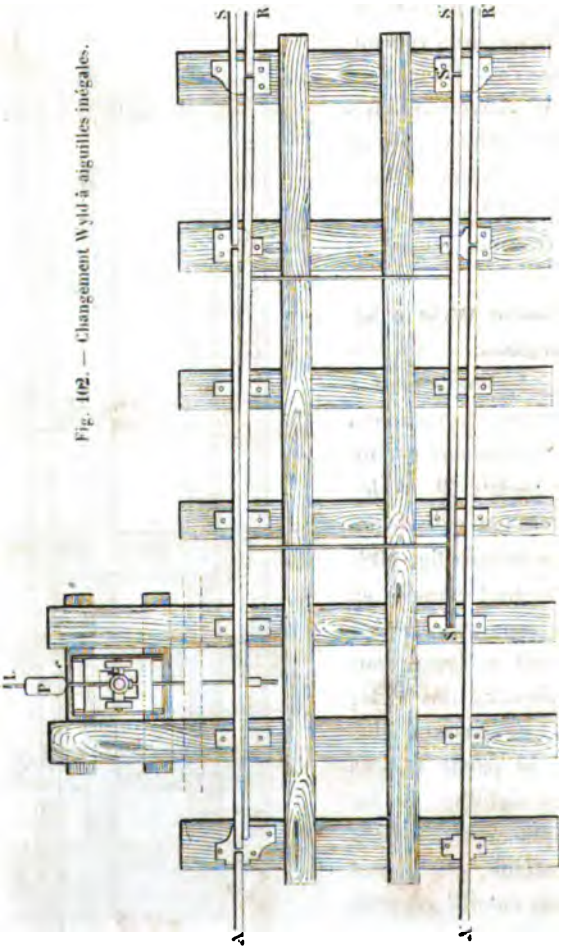


Fig. 102. — Changement Wyld à aiguilles inégales.

fermer complétement, ou bien que les deux aiguilles se trouvent dans une position intermédiaire entre les deux positions normales, parce que le mécanisme rouillé ne fonctionne qu'imparfaitement, le bourrelet de l'une des roues de la machine placée en tête, s'engageant alors derrière l'aiguille de la voie oblique

sur la voie rectiligne, poussera cette aiguille de côté, et la petite aiguille, suivant la grande, viendra s'appliquer contre le rail fixe. La roue jumelle, ne rencontrant alors la pointe de la petite aiguille que lorsque la première roue aura dépassé celle de la grande, marchera sur la voie rectiligne aussi bien que l'autre. Si, au contraire, les aiguilles étaient de même longueur, les deux roues arrivant en même temps vis-à-vis des pointes des deux aiguilles, l'une suivrait la voie rectiligne et l'autre la voie courbe.

On ne peut admettre des aiguilles d'inégale longueur que lorsque l'une des voies est droite et l'autre courbe (fig. 105); si les

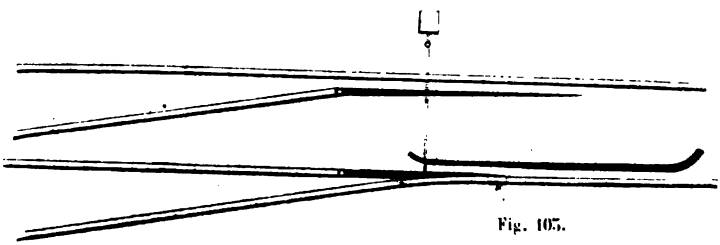


Fig. 105.

deux voies sont courbes et également inclinées sur une droite (fig. 104) les deux aiguilles doivent être nécessairement de longueurs égales.

Changement à aiguilles égales. — *Depuis quelque temps, sans s'arrêter au danger que peuvent présenter les aiguilles égales,*

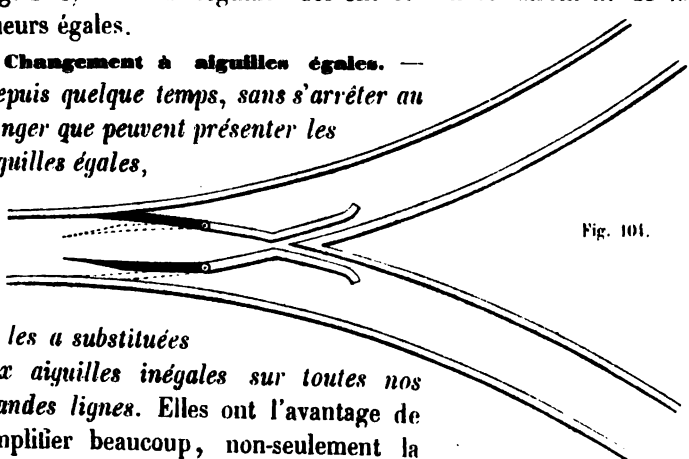


Fig. 104.

on les a substituées aux aiguilles inégales sur toutes nos grandes lignes. Elles ont l'avantage de simplifier beaucoup, non-seulement la construction, mais encore l'entretien de la voie, en permettant d'employer les mêmes changements pour

les déviation à droite et à gauche, tandis que l'ancien système nécessitait l'usage de deux modèles différents. De plus, dans les changements à aiguilles inégales, l'écartement de la voie à l'extrémité de la petite aiguille se trouve augmenté de 0,02 à 0,03; ce qui, en l'absence de contre-rails, peut occasionner des déraillements.

Leviers de l'Est et d'Orléans. — Les aiguilles du changement de voie de la troisième espèce sont manœuvrées, tantôt au moyen du levier figure 105 (chemin de l'Est), tantôt avec le levier figure 106

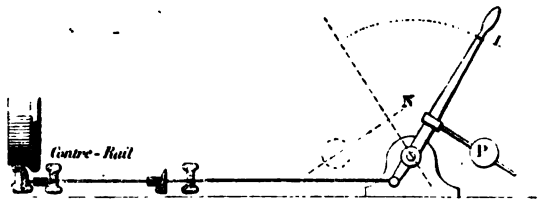


Fig. 105. — Levier du chemin de l'Est.

(chemin d'Orléans). Les lignes droites et ponctuées indiquent les deux positions des leviers correspondant aux deux positions des aiguilles. On remarque dans la première espèce de levier une barre

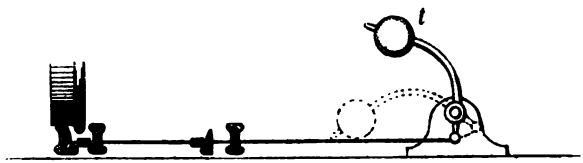


Fig. 106. — Levier du chemin d'Orléans.

perpendiculaire terminée par un contre-poids P. Cette barre s'emmanche sur le levier au moyen d'un œil ménagé en N. Quand on change le levier de position, on fait tourner la barre sur le levier, de manière à la faire passer avec son contre-poids du côté opposé. Le contre-poids sert alors à maintenir le levier en place, quelle que soit sa position (fig. 105 et 107).

Dans le système figure 106, le contre-poids, étant placé à l'extrémité du levier, tend à le ramener constamment dans la position en signe ponctuée. Il ne peut se maintenir dans l'autre qu'autant qu'il a été soulevé et qu'il est soutenu par l'aiguilleur. Cette espèce de

levier convient donc toutes les fois que l'on ne passe qu'exceptionnellement sur la voie desservie dans le cas de la position *t* du levier; mais elle est dangereuse en ce que si, dans ce cas, l'aiguilleur vient

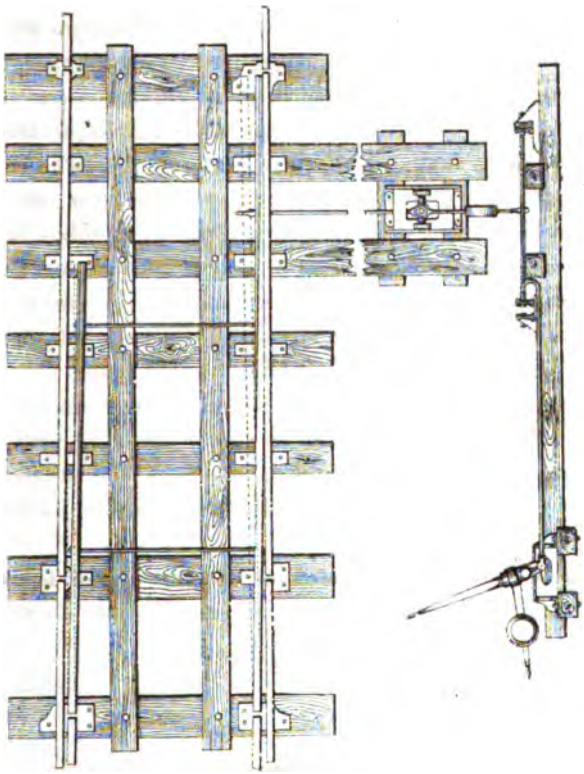


Fig. 107. — Changement de l'Est.

à abandonner le levier avant que la totalité du convoi ait passé sur cette voie, une partie suivra la voie oblique et l'autre la voie rectiligne, de telle sorte que le déraillement deviendra inévitable. L'autre disposition est plus répandue.

Signaux manœuvrés par le levier du changement de voie. — « Suivant l'usage général, en Allemagne, dit M. Couche, pour tous les changements de voie franchis par les trains, ce mécanisme est complété par un signal indiquant quelle est la voie ouverte. On remarque, dans les appareils de M. Bender Woolf, que le signal est

exactement le même pour la nuit et pour le jour. La lumière de la lanterne n'est pas visible, elle est renvoyée par un réflecteur conique sur chacun des deux disques opposés, dont elle occupe le centre, et qui deviennent ainsi visibles de loin; ils sont, d'ailleurs, infléchis de manière à être également éclairés en tous leurs points.

« En Hanovre, le signal, solidaire avec les aiguilles, se compose de deux disques placés à angle droit et supportés par une tige verticale, qui tourne de 180 degrés quand les aiguilles décrivent leur course complète. L'un des disques a une face blanche et l'autre verte; il présente l'une ou l'autre aux trains, suivant le sens de leur marche et la direction de la voie ouverte par les aiguilles; le second disque, rouge sur ses deux faces, ne doit présenter que sa tranche; il ne devient visible que si les aiguilles ne sont pas à fond de course, et commande alors l'arrêt. Pour la nuit, les mêmes indications sont données par une lanterne à feux blanc, vert et rouge. »

Au chemin de l'Ouest (français), sur plusieurs points, les changements de voie sont disposés de telle façon, qu'ils ne peuvent être manœuvrés qu'autant qu'un disque voisin a été préalablement tourné, de manière à indiquer quelle est la voie libre (changement Vignières)[1].

Changement pour trois voies ou un plus grand nombre. — Nous devons faire mention aussi des changements de voie pour trois ou un plus grand nombre de voies.

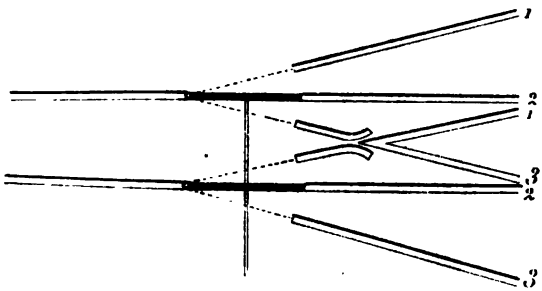


Fig. 108. — Changement à rails mobiles, pour trois voies.

La figure 108 indique suffisamment comment, avec un change-

[1] Voir les plans de ces changements et ceux précédemment décrits dans le *Portefeuille de l'Ingénieur*.

ment de la première espèce, on peut desservir trois voies en faisant prendre aux aiguilles les positions indiquées par les chiffres 1, 2, 3. On conçoit sans difficulté qu'avec le même changement de voie on pourrait en desservir au besoin un plus grand nombre.

Pour desservir trois voies avec un changement à aiguilles effilées, il faut nécessairement employer deux systèmes d'aiguilles, chaque système étant manœuvré par un levier différent. La figure 109 indique cette disposition.

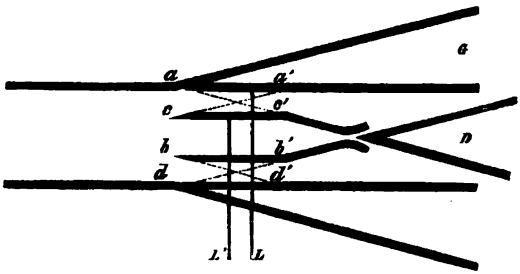


Fig. 109. — Changement pour trois voies à aiguilles effilées.

Les deux aiguilles $a\,a'$, $b\,b'$ forment un premier système, et celles $c\,c'$, $d\,d'$ un autre système. Dans la position occupée par les aiguilles, c'est la voie droite qui est desservie. Pour desservir la voie G, on change la position des aiguilles $a\,a'$, $b\,b'$ avec le levier L, de manière à leur faire prendre la direction $c\,a'$, $d\,b'$, et, pour desservir la voie D, on manœuvre à l'aide du levier L' les aiguilles $c\,c'$, $d\,d'$, de façon qu'elles se dirigent suivant la ligne $a\,c'$ et $b\,d'$.

La figure 110 représente un changement à trois voies de cette dernière espèce, des chemins de fer de l'Est. Les quatre aiguilles sont reliées deux à deux par des tringles à filets inverses fixées par leurs extrémités aux leviers L et L'. Chaque couple est manœuvré par un de ces deux leviers. Dans la figure, la voie unique communique avec la voie S. Si l'on manœuvre le levier L de manière à appliquer l'aiguille M contre le rail SB et à écarter celle M' du rail S'' A, la voie S' se trouvera ouverte. Enfin, en appliquant M'' et écartant M''' au moyen du levier L', on ouvrira la voie S'''.

Si l'on fait le tracé d'un changement à trois voies, comme nous l'indiquerons plus loin, on reconnaît que l'écartement de la voie du

milieu entre les pointes des petites aiguilles est un peu plus grand

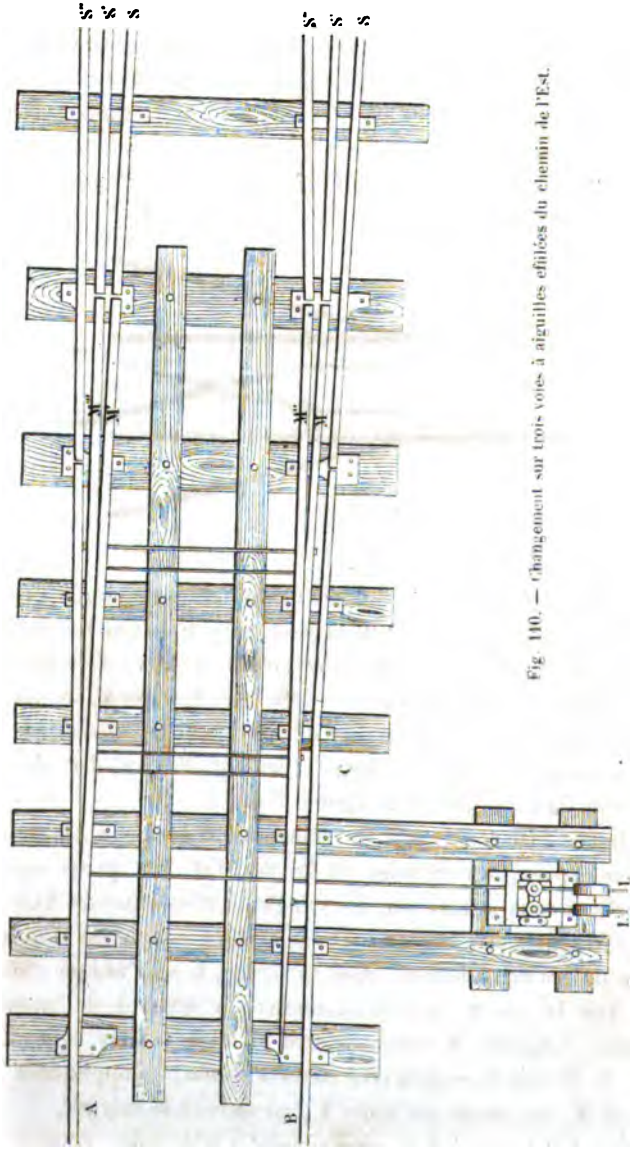


Fig. 110. — Changement sur trois voies à aiguilles effilées du chemin de l'Est.

que l'écartement normal. C'est une cause de déraillement ; *il faut*

donc éviter de placer les changements à trois voies sur les voies principales dans les stations que les trains peuvent franchir sans s'arrêter.

Changement Poiret. — On a essayé depuis quelque temps, sur la ligne de l'Ouest, un changement dont la disposition est assez simple et qui aurait l'avantage de rendre la construction et l'entretien des appareils moins coûteux. Chaque aiguille se compose, comme l'indique la figure 111, de deux rails parallèles qui peuvent se raccorder l'un et l'autre à volonté avec le rail de la voie unique. La figure

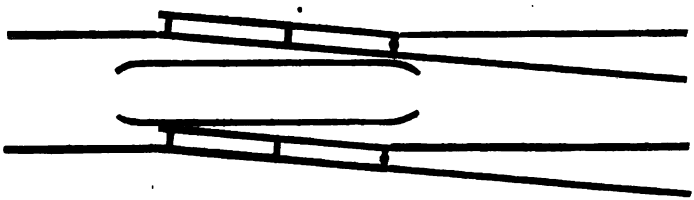


Fig. 111. — Changement Poiret.

indique la position des aiguilles ouvrant la voie déviée, afin d'éviter un déraillement si le changement était abordé en talon par un train circulant sur la voie droite, les aiguilles viennent se loger *sous* des contre-rails qui servent de point d'appui aux roues pour ramener l'appareil dans la position convenable.

Malgré les avantages incontestables de cet ingénieux système, on n'en a pas encore fait une application étendue, parce qu'on objecte la difficulté du déplacement des aiguilles manœuvrées par le train lui-même sous la charge des roues, et aussi parce que le passage des boudins doit être très-serré, afin que les aiguilles se raccordent exactement avec les rails de la voie droite, de manière à éviter les chocs qui se produiraient si ces rails n'étaient pas complétement masqués. Peut-être conviendrait-il d'adopter cet appareil pour les voies de remisage ou de garage.

L'emploi des rails Vignolles, sur le chemin du Nord, a conduit à certaines modifications de la voie qui sont relatées de la manière suivante dans le mémoire déjà cité de M. Brame.

Glissement des aiguilles Vignolles. Inconvénients qui en résultent. — On a remarqué dans les changements de voie en rails Vi-

gnolles, que l'aiguille qui, en service régulier, n'est pas rabattue sur son contre-aiguille, cédait à un mouvement de glissement dans le sens de la marche des trains. Ce fait d'une aiguille avançant sans que les trains la parcourent paraît tout d'abord assez singulier : il s'explique néanmoins par la solidarité qui existe, dans le croisement Vignolles entre la pointe en fer forgé et les pattes-de-lièvre. Or ce croisement, sollicité par les longueurs de voies qui le précèdent et qui marchent généralement d'une manière assez sensible, doit donner à l'aiguille sur laquelle on ne passe pas et qui ne rencontre aucun obstacle un déplacement suffisant pour l'empêcher, lorsqu'on veut la rabattre sur son contre-aiguille, de pénétrer dans l'entaille faite au patin.

Le jeu qui règne alors entre la pointe de l'aiguille et le rail contre-aiguille est assez grand pour rendre un déraillement à peu près inévitable.

Moyens employés pour arrêter le glissement des aiguilles Vignolles. — Afin d'obvier à l'inconvénient dont il vient d'être parlé, une goupille ou goujon de $0^{m},020$ de diamètre est rivé à la partie inférieure de l'aiguille, de manière à ce qu'il butte contre la semelle d'un coussinet de glissement. Ce coussinet, étant lui-même solidement fixé à la charpente au moyen de boulons, s'oppose parfaitement au déplacement de l'aiguille dans le sens longitudinal.

On pratique, en outre, dans le patin, des rails de raccord qui font suite aux aiguilles et avec lesquelles ils sont reliés au moyen d'éclisses d'articulation, une encoche qui a la forme et la section d'un crampon, et qui correspond à la traverse extrême du châssis. Aussitôt après avoir posé les rails de raccord, on en enfonce tout simplement le crampon.

Éclissage des aiguilles. — Modification des coussinets spéciaux par suite de cet éclissage. — Une dernière amélioration a été apportée aux changements de voie. L'éclissage des rails de la voie courante a conduit à éclisser également les aiguilles avec les rails qui leur font suite.

Avant la substitution, le rail contre-aiguille et le talon de l'aiguille étaient logés dans un coussinet spécial à double cage. Les as-

semblages de ces pièces laissaient beaucoup à désirer, quelque soin qu'on apportât à les rendre solides.

L'éclissage des aiguilles a permis de remplacer les coussinets de talon par des coussinets ordinaires de glissement, armés seulement d'un boulon de cale contre lequel vient s'appuyer l'aiguille ; il procure, en outre, aux mouvements des aiguilles une certaine élasticité, au lieu du ferraillement et de la dislocation qu'amenaient au bout de quelque temps les boulons qui, précédemment, maintenaient les talons dans les coussinets spéciaux.

Cette modification a donné les meilleurs résultats [1].

Croisement de voies. — Nous avons dit précédemment que, au point où les rails des deux voies se coupent, il faut donner passage aux bourrelets des roues. A cet effet, les deux rails R et S se

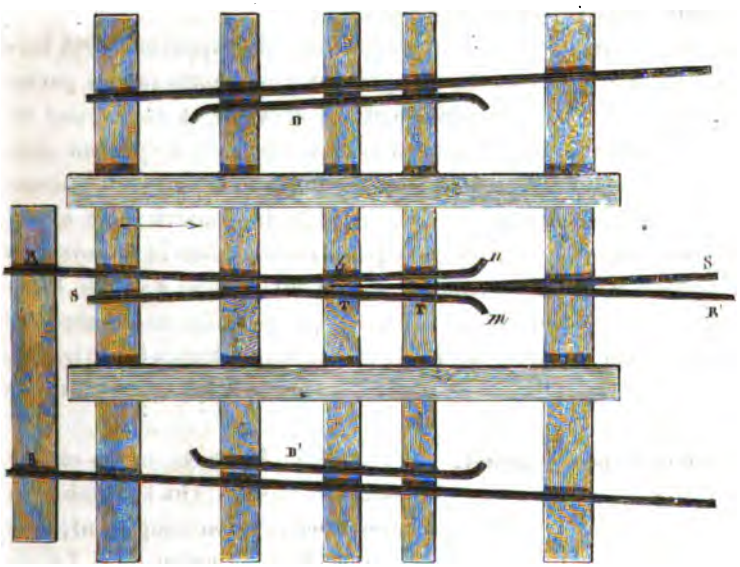


Fig. 112.

rapprochent jusqu'en *a* (fig. 112), où leur écartement n'est plus

[1] Une partie des changements de voie que nous décrivons sont aujourd'hui abandonnés. Nous avons cru toutefois devoir en faire mention, soit parce qu'on en revient souvent aux appareils abandonnés, soit aussi parce que nous devons dans cet ouvrage indiquer les développements successifs de l'art de construire les chemins de fer.

que de 0m,05, puis ils se recourbent de manière à former contre-rail. En *b*, où les deux faces intérieures de leurs champignons prolongés se coupent, les deux rails assemblés forment une pointe appelée *cœur*. Un convoi marchant dans le sens indiqué par la flèche serait exposé à dérailler si l'on ne prenait d'autres précautions, car ses roues de gauche pourraient s'engager dans la rainure *am* au lieu de suivre *an*. C'est pourquoi l'on dispose deux contre-rails croches D D' dans le voisinage des rails non interrompus; le contre-rail D guide les roues de droite du train jusqu'à ce que celles de gauche soient engagées dans la rainure *an*. Le contre-rail D' agit de même pour la voie R R'. Ces contre-rails empêchent en outre les déraillements par l'effet des secousses. Ils doivent être prolongés à une certaine distance au delà de la pointe et recourbés suivant de grands rayons à leurs extrémités.

On voit que de *a* en *b* les roues cessent d'appuyer sur le bord du rail. Elles ne portent que par leurs extrémités sur les parties coudées. Ce mode de roulement est anormal et exerce une influence nuisible sur la conservation du matériel; il convient donc de diminuer l'espace *ab* en faisant l'angle du croisement le moins aigu possible. D'un autre côté, un angle très-ouvert force à donner aux voies des courbures de petits rayons. Dans le Hanovre, on remarque dans les croisements une grande variété d'angles. Il importe cependant de réduire, autant que possible, le nombre des modèles. Aux chemins de l'Est, on satisfait à toutes les exigences avec deux angles différents seulement, un de 5 1/2 degrés et un de 7 1/2 degrés.

Cœur et pattes-de-lièvre. — L'usure de la pointe (cœur) et celle des coudes (pattes-de-lièvre) sont très-rapides. On la combat en soudant, sur ces parties, des mises d'acier, ou en remplaçant, dans la fabrication, le fer ordinaire ou la fonte, comme nous l'avons déjà indiqué, par du fer acérieux et par de l'acier puddlé. Les mises d'acier soudées ne peuvent former jamais un assemblage solide.

Les cœurs des croisements de voie étaient, il y a quelques années, généralement composés de deux bouts de rails rabotés et boulonnés; on préfère aujourd'hui les cœurs d'une seule pièce. Au

chemin de Lyon les pointes sont façonnées à l'étampe avec mise d'acier soudée par la même opération. Au chemin de Bâle à Strasbourg, où l'on a remplacé l'ancien rail à champignon par un rail à patin, la pointe est également fabriquée d'une seule pièce. Les rails sont solidement fixés à cette pointe à l'aide de boulons et d'éclisses. En Angleterre, on a construit des cœurs enlevés à la machine à raboter dans une masse de fer.

Les pointes de cœur en deux rails assemblés ne présentent pas une solidité suffisante; on préfère une pièce spéciale en acier fondu ou en fer cémenté qui s'assemble au moyen d'éclisses avec les rails voisins. — En outre, il convient de réunir les pattes-de-lièvre et la pointe spéciale au moyen de boulons et d'entretoises qui les rendent solidaires.

Au chemin du Midi, pour éviter les chocs résultant du passage brusque des roues de la pointe à la patte de lièvre, on a interposé entre ces pièces des fourrures en acier assez hautes pour supporter le boudin des roues. Quelques ingénieurs reprochent à ce système de fatiguer le matériel à cause du glissement résultant de l'augmentation de la circonférence de roulement; cet inconvénient est surtout sensible pour les machines à essieux accouplés.

Sur certaines lignes, on abaisse l'extrémité de la pointe de quelques millimètres, afin que les roues reposent plus tôt.

Dans la plupart des croisements de voie, les pattes-de-lièvre et le cœur sont assemblés au moyen de coussinets d'une forme particulière.

Au chemin du Nord, on a supprimé les coussinets, et les croisements sont composés de bouts de rails boulonnés sur des coins en fer, afin de maintenir l'écartement; le tout est fixé au moyen de boulons sur une platine en fer fixée sur la traverse.

Au chemin de Cologne à Minden, selon M. Couche, la pointe est installée, comme les aiguilles de changements de voie, sur une plaque d'assise en fer, à laquelle les pièces en saillie sont rivées; la même disposition a été adoptée en Hanovre. Entre autres avantages, elle a celui d'être très-commode pour l'entretien; on n'a aucune réparation à faire sur place. Tout se réduit à l'extraction des crampons qui fixent la plaque d'assise. C'est la contre-partie du

croisement *à pièces de rechange*, essayé sur quelques chemins anglais.

Croisements en fonte. — Anciennement on employait des croisements tout en fonte. Les voies étaient alors interrompues et remplacées dans l'espace *a b c d* (fig. 113) par une plaque en fonte portant les rails et contre-rails coulés en saillie sur cette plaque.

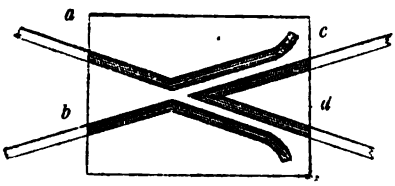


Fig. 113. — Croisement en fonte.

Croisements français. — En France, les croisements de voie tout en fonte ont été abandonnés à cause de leur fragilité.

Croisements anglais. — En Allemagne et en Angleterre, on emploie des croisements en fonte coulés en coquille dont on est très-satisfait. On a également employé des croisements d'une seule pièce en acier fondu. Ces derniers sont très-coûteux, et l'on n'est pas encore fixé sur leur durée.

Changement et croisement Richardson. — Sur le chemin de Great-Northern, en Angleterre, on a fait l'essai de changements et croisements de voie dans lesquels le boudin des roues porte dans la traversée de l'aiguille et du cœur; à cet effet, l'aiguille présente une saillie dans le bas et sur la moitié de sa longueur pour recevoir le boudin; le cœur est disposé, avec la patte-de-lièvre, d'une manière analogue pour faire porter le boudin dans la traversée de la pointe. Au dire des ingénieurs anglais, ce système de changements et de croisements de voie aurait, dans la proportion de 11 à 5, une durée plus grande que ceux ordinaires, placés dans les mêmes conditions; mais ce n'est pas une raison suffisante pour lui donner la préférence, car l'usure de la saillie doit être très-rapide.

Croisement à pattes-de-lièvre mobile. — Au chemin de Newcastle à Carlisle et en Allemagne, on a cherché à supprimer l'interruption des rails en rendant les pattes-de-lièvre mobiles. Ce croisement étant sujet à se déranger, on préfère généralement ceux avec pattes-de-lièvre fixes.

Croisements bavarois. — « En Bavière, dit M. Couche, l'administration a renoncé au fer pour revenir à la fonte, déjà bien des

fois reprise et abandonnée. La pointe et les contre-cœurs, venus de fonte sur un bloc, sont pourvus de mises d'acier rivées. Ce bloc est muni de rebords latéraux qui servent à le fixer, au moyen de crampons, aux traverses que l'on recommande de substituer aux longuerines précédemment en usage. » Les ingénieurs anglais, avons nous dit, semblent partager la confiance de l'administration bavaroise dans les croisements en fonte.

Croisements belges. — En Belgique, où pendant vingt ans on s'est servi presque exclusivement de croisements en fonte, on a dans ces derniers temps recouru à l'emploi de croisements en fer avec coussinets spéciaux en fonte.

Ancien changement et croisement d'Asnières. — Les chemins de fer de Saint-Germain et de Versailles (rive droite) ont un tronc commun d'une longueur de 6 kilomètres, à partir de Paris. Il n'y avait anciennement sur ce point que trois voies; tous les trains partant de Paris, pour l'une ou l'autre destination, prenaient celle du milieu; les trains venant de Versailles ou de Saint-Germain arrivaient à Paris par les deux voies latérales.

La bifurcation de la voie unique était placée à Asnières, en un point où les convois sont animés d'une grande vitesse. La déviation devait donc être très-douce; avec les appareils ordinaires, le croisement, qui est très-aigu, aurait présenté une interruption de la voie qui eût été dangereuse.

On l'a remplacé par un croisement mobile *c c* représenté figure 114, et, en même temps que ce croisement, on a employé

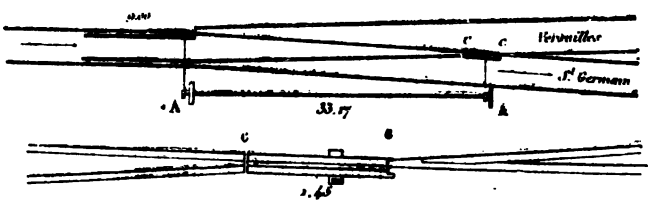


Fig. 114. — Ancien changement et croisement d'Asnières.

un changement de la première espèce avec des aiguilles très-allongées. Les aiguilles du changement et celles du croisement étaient

manœuvrées simultanément par l'intermédiaire d'un arbre AA fixé le long de la voie.

Il n'y avait dans ce cas particulier aucun danger à employer le changement de la première espèce, attendu que les convois ne marchaient sur les voies de Versailles et de Saint-Germain que dans une seule direction, celle de Paris vers l'une ou l'autre de ces villes. Les aiguilles étant mal placées, les convois prenaient le chemin de Versailles, au lieu de prendre celui de Saint-Germain, et *vice versâ*, mais il n'y avait nul risque de dérailler.

Depuis le raccordement de la ligne de l'Ouest avec celle de Versailles (rive droite), et l'établissement de celle d'Auteuil, on a posé deux voies de départ et supprimé complétement le changement de voies. Nous pensons, du reste, que dans les conditions où se trouvait précédemment la bifurcation d'Asnières, le changement de voies à rails mobiles est incontestablement préférable aux changements à aiguilles effilées, et nous sommes heureux que cette opinion soit partagée par M. Couche. Voici dans quels termes il s'exprime à ce sujet : « Les aiguilles ont remplacé partout les anciens changements à rails mobiles. Il y aurait cependant un certain avantage à conserver ce système aux embranchements pour la bifurcation de la voie de départ. Les trains venant alors tous du tronc commun, la continuité est assurée, que les rails soient bien ou mal placés, de sorte que l'objection capitale contre le système ne s'applique pas à ce cas. Les aiguilles, dans l'autre cas, sont prises en pointes, fait grave pour des changements qui doivent être franchis aussi vite. »

Dans les travaux de terrassement, on s'est servi de croisements en bois garnis de plates-bandes en fer.

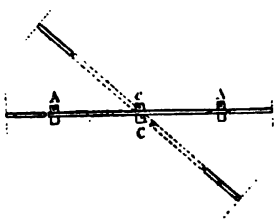


Fig. 115.

Croisement pour voies de terrassement. — Dans ce même cas, on fait usage d'un croisement de voie fort simple qui mérite d'être mentionné. Il consiste en un rail ordinaire AA (fig. 115), portant en son milieu et à ses deux extrémités trois coussinets A C A. Le coussinet C n'est fixé que par une cheville *c* qui lui sert d'axe de rotation.

On conçoit dès lors qu'il suffit d'amener le rail dans l'une ou l'autre des positions indiquées dans la figure 115 pour ouvrir l'une ou l'autre voie. On maintient l'aiguille en place en fixant les coussinets AA au moyen de chevilles enfoncées dans les traverses qui les supportent.

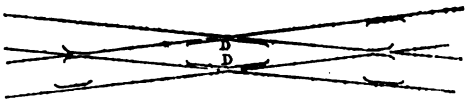


Fig. 116.

Traversées de voie. — Quand une voie en coupe une autre sous un angle plus ou moins aigu, sans venir s'embrancher sur celle-ci (fig. 116 et 117), disposition appelée *traversée de voie*, il faut, outre deux croisements, une disposition analogue, dite *coupement de voie*, dont ces figures rendent suffisamment compte. Les deux grands contre-rails coudés DD sont indispensables pour éviter qu'un train engagé dans l'une des voies puisse passer sur l'autre voie. On emploia

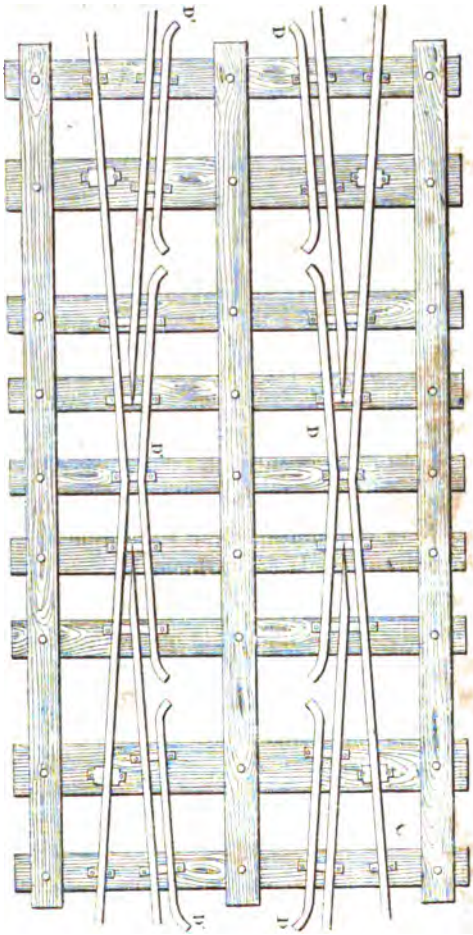


Fig. 117. — Traversées de voie.

pour les traversées des coussinets spéciaux, représentés ci-contre, figure 118.

Il importe que cet appareil soit posé sur des voies en ligne droite, afin que les roues, dont la direction est imparfaite, n'aient pas de tendance à pivoter en montant sur les pointes de cœur. La solution de continuité entre les pointes et le danger de déraillement sont d'autant plus grands que l'angle de la traversée est plus aigu; il convient de ne pas réduire cet angle au delà de 7°,30'.

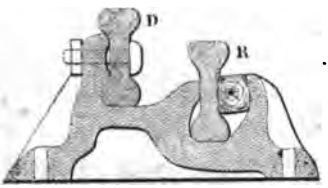


Fig. 118.

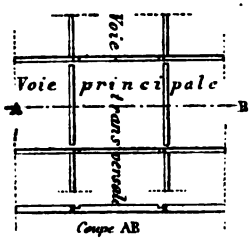


Fig. 119.

Si la traversée se fait sous un angle droit ou à peu près droit, on entaille quelquefois les rails des voies transversales et principales, de manière à permettre le passage des bourrelets des roues sur l'une et sur l'autre des deux voies (fig. 119). Il est préférable de ne pas altérer la voie principale, et pour cela on élève la voie transversale d'une hauteur telle, que les boudins des roues ne rencontrent pas la voie principale.

Lorsqu'une traversée à angle droit est établie sur une voie principale (fig. 120), il importe que les rails de cette voie ne soient pas interrompus; et, à cet effet, on surélève la voie transversale de $0^m,05$ pour permettre le passage des boudins des roues au-dessus des rails de la voie principale.

Il faut que les distances *ab*, *ac* entre le bord intérieur des rails de la voie principale et les extrémités saillantes de ceux de la voie transversale soient assez grandes pour éviter les chocs dans les plus grands mouvements de lacet. — Ainsi, si le calage des roues (fig. 121) $de = 1^m,36$ et si l'épaisseur des boudins usés $e = 0^m,015$, il faut que $ab > 1.445 - (1,36 + 0,015)$ ou $ab > 0,07$, de même $ac > 0,135$ $(0,06 + 0,015)$ ou $ac > 0,06$.

En employant des contre-rails, on peut avoir seulement $ab =$ 0,05.

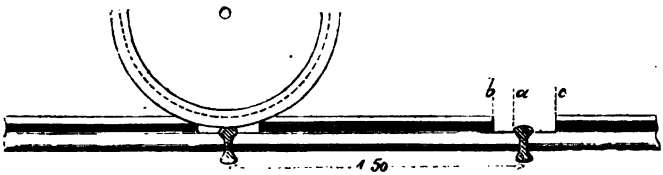


Fig. 120.

Les croisements, coupements et changements de voies sont établis sur des châssis en charpente, afin de toujours présenter une invariabilité de forme absolue.

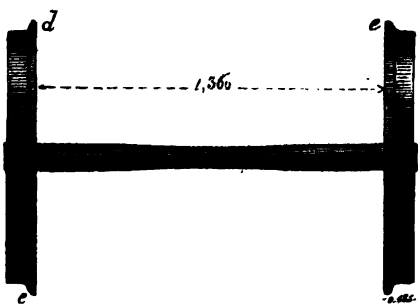


Fig. 121.

Les voies qui relient les changements aux croisements sont posées sur des traverses à la manière ordinaire; seulement les longueurs des rails et l'espacement des traverses doivent être tels, que le bourrage d'une traverse ne soit pas gêné par la voisine.

Traversées de voies en rails Vignolles. — L'emploi des rails Vignolles a nécessité une modification de détail dans les traversées de voies, où des contre-rails formant saillie sur le plan de la voie sont indispensables pour empêcher les déraillements au point de coupement.

La difficulté de raccorder le rail Vignolles pour obtenir la saillie indispensable à la butée des roues, et la forme toute particulière qu'il eût fallu donner aux coussinets, ont engagé les Ingénieurs à étudier une disposition de contre-rails en bois formant châssis et fortement attachés à un plancher général.

Les contre-rails sont munis intérieurement d'une plaque en fer forgé de 2 centimètres d'épaisseur, de manière à présenter une résistance complète aux chocs des roues, lors du passage des trains.

Les contre-rails Vignolles ne coûtent pas plus cher que ceux en usage dans les voies en rails à double champignon; on conçoit en effet que l'augmentation de bois et le faible surcroît de main-d'œuvre qui résultent, dans le premier cas, de la confection du châssis, ne peuvent constituer une dépense plus élevée que celle qui résulte, dans le second cas, de l'emploi de deux rails coudés et des coussinets destinés à les maintenir.

Emploi de l'acier ou du fer aciéreux dans la fabrication des changements de voie. — Dans les parties des changements de voie qui fatiguent le plus, on remplace le fer ordinaire des rails par du fer aciéreux, par du fer cémenté, par de l'acier puddlé ou par de l'acier fondu. Dans les anciens changements de voie, l'aiguille desservant la voie oblique était très-fatiguée par le passage des convois sur la pointe. Mais depuis que M. Wyld a eu l'heureuse idée de tailler cette pointe en biseau pour la loger sous le champignon du rail, c'est le rail fixe, contre lequel s'appuie l'aiguille, qui éprouve la plus grande fatigue. En effet, les roues en portant sur les rails bombés finissent par se creuser en gorges de poulies, et il en résulte qu'au point de contact de l'aiguille avec le rail, la roue repose sur ce rail, comme l'indique la figure 122, par une espèce de bourrelet.

Fig. 122.

L'acier puddlé fait un très-bon service quand il est de bonne qualité. Malheureusement il résulte de son mode de fabrication que sa qualité est très-variable. L'acier fondu lui est supérieur, mais il coûte beaucoup plus cher. On ne lui donne pas moins la préférence aux chemins du Nord et de l'Est, du moins pour certaines parties telles que les pattes-de-lièvre et les pointes de cœur. Il faut alors exiger qu'il soit martelé, car l'acier fondu qui n'est pas martelé contient souvent des soufflures. Au chemin de Lyon, on continue à faire usage de fer aciéreux de qualité supérieure. Au chemin de l'Est on a employé du fer cémenté; mais on y a renoncé. Aujourd'hui (1862) on fait au chemin du Nord de nouveaux essais ayant pour objet l'emploi du fer cémenté. Un changement de voies établi depuis huit mois avec cette espèce de fer dont on a amélioré la fabrication, s'est bien comporté.

Tracé des changements et croisements de voie. — La distance entre le talon de l'aiguille et le rail fixe doit être de $0^m,05$ pour le libre passage du boudin des roues; si nous désignons par c la largeur du champignon et par ab la longueur de l'aiguille, on aura la valeur de l'angle de déviation δ par la formule $tg\delta = \frac{0.05+c}{ab}$; il faut faire ab aussi grand que possible pour rendre la déviation moins brusque, mais on ne peut pas augmenter la longueur de l'aiguille au delà de certaines limites, afin de ne pas la rendre trop effilée; en général, $ab = 5^m,50$, ce qui donne $\delta = 1°7'$. Le point a (fig. 123) se nomme la pointe *mathématique* de l'aiguille; mais la pointe *réelle* est en d, à $0^m,50$ plus loin, afin de conserver une largeur d'environ $0^m,01$ à l'extrémité de l'aiguille.

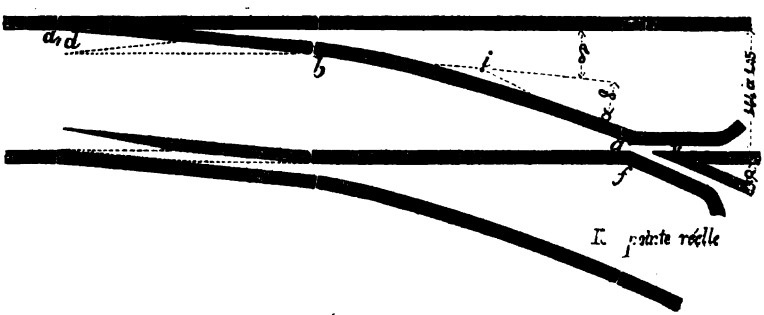


Fig. 123. — Épure de déviation simple.

La courbe de raccordement est tangente en b à l'aiguille ab; elle doit avoir un rayon tel que l'angle α du croisement ne soit pas trop petit, afin que la pointe de cœur ne soit pas trop effilée, ce qui l'exposerait à un écrasement rapide. En général, $2tg\frac{\alpha}{2} = 0,09$ ou $0,095$; la seconde valeur correspond à $\alpha = 5°.30'$.

Le point de tangence de la courbe de raccordement doit se trouver en g à une certaine distance de la pointe *mathématique* f du croisement; cela posé, en désignant par t la tangente de la courbe de raccordement $bi = ig$ et en projetant $abigf$ sur un axe perpendiculaire à la voie droite, on a $0,05 + c + t \sin\delta + t \sin\alpha + fg \sin\alpha = 1.44$ à 1.45, d'où $t = \frac{1.39 \text{ à } 1.40 - c - fg \sin\alpha}{\sin\alpha + \sin\delta}$; en appelant R le rayon de la courbe de raccordement, on aura $R = t$

$\cot y \frac{\alpha - \delta}{2}$. — Au chemin de l'Est, où $\alpha = 5°30'$, on a $R = 300$.

Les mêmes lettres (fig. 124) désignent les mêmes quantités que dans la figure précédente. En général, on conserve le même angle de déviation que dans le changement à déviation simple; il en résulte que l'écartement au talon d'aiguille est $0^m,10 + c$, ce qui est plus que suffisant pour le passage des boudins. Mais on voit qu'en ré-

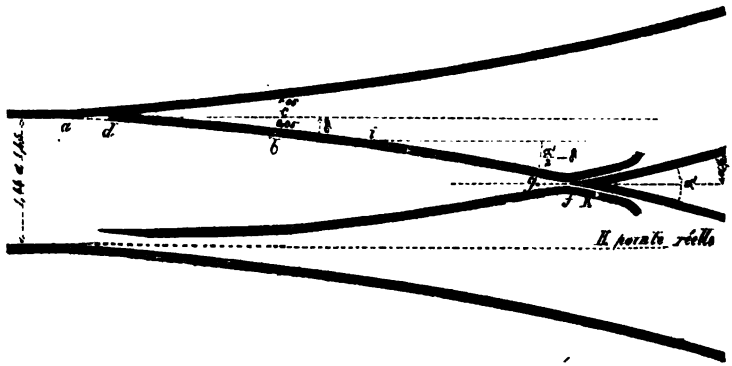


Fig. 124. — Épure de déviation double.

duisant cet écartement à $0^m,05$, on aurait un changement symétrique à déviation très-douce.

En faisant, comme précédemment, la projection de *abigf* sur un axe perpendiculaire à la voie droite, on aura $0,05 + c + t \sin \delta + t \sin \frac{\alpha'}{2} + fg \sin \frac{\alpha'}{2} = \frac{1.44 \text{ à } 1.45}{2}$ d'où $t = \frac{0.69 \text{ à } 0.695 - c - fg \text{ sur } \frac{\alpha'}{2}}{\sin \frac{\alpha'}{2} + \sin \delta}$ de même $R = t \cot y \frac{\frac{\alpha'}{2} - \delta}{2}$.

En général, on prend $\alpha' = 7°.30'$, ce qui correspond à $2tg \frac{\alpha'}{2} = 0.13$, et on trouve encore $R = 300$ mètres environ.

On obtient une déviation double, en superposant les tracés d'une déviation simple à droite et d'une déviation simple à gauche, à cette différence près que les rails fixés de la voie droite sont remplacés par des aiguilles, comme on le voit dans la figure 124. En se reportant à cette figure, on s'aperçoit facilement que l'écartement de la voie droite aux extrémités des aiguilles courtes dépasse alors de c ou environ 0,06 l'écartement normal.

Plaques tournantes.

Les plaques tournantes sont des portions de voie mobile autour d'un axe placé en leur milieu.

Cette portion de voie mobile est ordinairement fixée sur un plateau circulaire tournant sur un pivot et sur des galets.

Supposons en effet deux voies V et V' se croisant sous un angle quelconque. Un wagon arrive sur la voie V (fig. 125); il faut le faire passer sur la voie V'. Les voies V et V' sont alors interrompues en *abcd* et *a'b'c'd'*. Un cercle est tracé du point K comme centre avec un rayon K*a*, et l'espace renfermé dans ce cercle est creusé jusqu'à une profondeur d'environ $0^m,80$.

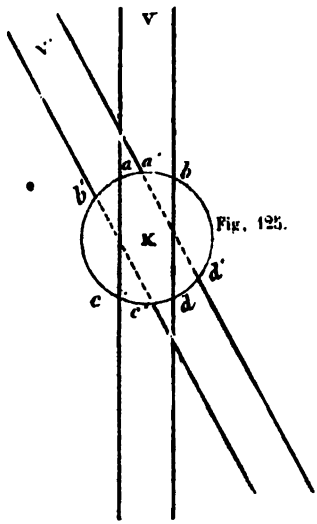


Fig. 125.

Cette fosse, dont les bords sont soutenus par différents moyens que nous indiquerons plus loin, est couverte par un plateau en bois ou en métal reposant au centre sur un pivot U (fig. 126) et vers ses bords sur des galets *g*,*g'*; le plateau porte un bout de voie *acbd*. On pousse le wagon de la voie V sur le plateau, qui doit être assez grand pour le recevoir. On fait faire au plateau une portion de tour, de façon que le rail *ac* prenne la direction *b'c'*, et le rail *bd* la direction *a'd'*, et on pousse alors le wagon du plateau sur la voie V'.

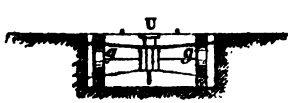


Fig. 126.

La même plaque tournante pourrait servir à faire passer le wagon sur une seconde et une troisième voie, etc. Mais il n'y aurait toujours qu'une seule voie de continue, toutes les autres seraient interrompues.

Plaques à deux voies en croix. — Quand deux voies se coupent à angles droits, comme dans la figure 127, ce qui arrive assez fréquem-

ment, on se sert quelquefois de plaques portant deux bouts de voies en croix.

Les deux voies sont alors continues; mais il faut, pour donner passage aux bourrelets des roues, ménager aux points d'intersection des deux bouts de voies des lacunes qui occasionnent des secousses. *C'est pourquoi l'on préfère, pour le service des voies principales, les plaques à une voie seulement. Dans des cas exceptionnels seulement, ces plaques seraient dangereuses sur les voies principales.*

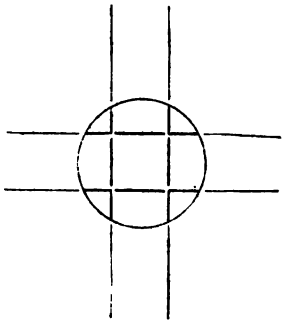


Fig. 127.

Certaines plaques à une voie placées sur les voies principales dans les gares extrêmes, près d'un trottoir, portent un relief pour rétablir la continuité du rail que l'on a dû entamer. On remarque cette disposition dans plusieurs gares en Belgique, et au chemin de l'Ouest (français).

Dispositions diverses de plaques. — On emploie souvent les plaques tournantes pour passer d'une voie sur une voie parallèle. Il faut alors une plaque sur chaque voie, et les deux plaques doivent être réunies par un petit bout de voie transversale (figure 128).

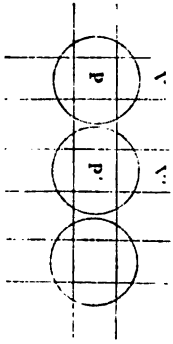


Fig. 128.

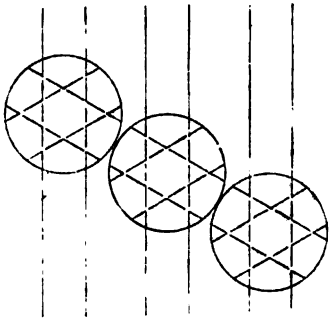


Fig. 129.

Supposons le véhicule sur la voie V. On l'amène de cette voie

sur la plaque P, de la plaque P on le fait passer sur celle P', et de la plaque P' sur la voie V'.

Quand les deux voies sont trop rapprochées pour qu'on puisse placer les plaques sur une perpendiculaire à leur axe, on les dispose obliquement comme figure 129, et, pour simplifier autant que possible les manœuvres, on pose sur chacune des plaques trois voies, faisant avec chacune un angle de 120 degrés.

Plaque unique desservant plusieurs voies parallèles. — En étudiant les plans des gares que nous donnerons dans le chapitre suivant, on verra comment on a pu aussi, avec une seule plaque, desservir plusieurs voies parallèles.

Traverse tournante pour terrassements. — Pour les terrassements et les voies provisoires, on remplace les plaques par l'appareil suivant : au milieu de la voie fixe on établit un pivot sur lequel s'emmanche une traverse mobile portant, à chacune de ses extrémités, des bouts de rails qui la débordent en porte-à-faux des deux côtés, et dont l'écartement est le même que celui des files de rails qui composent la voie fixe. — La longueur de ces bouts de rails est déterminée par l'écartement des essieux des wagons.

La face inférieure de la traverse mobile étant dans le même plan que la surface de roulement des rails de la voie fixe, on fait tourner cette traverse sur son pivot de manière à faire reposer ses extrémités sur ces rails. Les rails mobiles se trouvant alors dans la même direction que les rails de la voie fixe, mais placés au-dessus, on amène, à l'aide de cales en bois, de la voie fixe sur la voie mobile, le wagon que l'on veut changer de voie. Puis on fait tourner la traverse mobile de manière à amener les rails mobiles sur la nouvelle voie qui doit recevoir le wagon. Enfin, on fait descendre, toujours à l'aide de cales, le wagon des rails mobiles de la traverse sur les rails fixes de la nouvelle voie.

Diamètre des plaques. — Le diamètre des plaques tournantes est variable. Celles qui ne sont destinées qu'à porter des wagons à voyageurs ou à marchandises n'ont eu pendant longtemps, sur les chemins de l'Est, que $3^m,40$ de diamètre; mais, comme on a été conduit à augmenter l'écartement des essieux dans les voitures à grande vitesse pour leur donner plus de stabilité, et dans les autres

voitures, afin d'augmenter la longueur des caisses, ces plaques ont été toutes remplacées dans la partie du chemin où passent les voitures par des plaques de $4^m,50$. Les anciennes plaques de $3^m,40$ ont été toutes reléguées dans les gares de marchandises, et l'on regrette même pour le service des marchandises qu'elles soient d'aussi faible diamètre. Au chemin de Mulhouse, le diamètre est de $3^m,50$.

En général, il convient, dans la prévision d'une augmentation dans l'écartement des essieux des wagons ou des locomotives, de donner aux plaques tournantes un plus grand diamètre que celui qui paraît strictement nécessaire. Il en résulte un petit accroissement de dépense; mais cet inconvénient est largement compensé par l'avantage que l'on trouve à pouvoir plus tard modifier le matériel roulant.

Les plaques pour locomotives du chemin de l'Est ont toutes 6 mètres de diamètre.

Plaques diverses. — Certaines plaques doivent porter en même temps la locomotive et le tender. Celles-là ont jusqu'à $12^m,50$ de diamètre.

Les plaques tournantes sur un chemin de fer où la circulation est active, sont très-nombreuses. Elles constituent une dépense première considérable et doivent par conséquent être établies économiquement et solidement.

Nous allons, après en avoir indiqué les dispositions générales, entrer dans certains détails sur leur mode de construction, et décrire celles qui ont été ou qui sont en usage sur plusieurs lignes.

Petite plaque du chemin de Strasbourg. — La figure 130 représente la plaque de $3^m,40$ du chemin de Strasbourg. La disposition en est sensiblement la même que celle des plaques de plus grand diamètre qui lui ont été substituées pour le service de la grande vitesse.

Les galets *g* de cette plaque roulent entre deux chemins de fer circulaires qui sont venus de fonte avec la partie mobile et la partie fixe de la plaque. Ces galets sont coniques, ainsi que les *cercles de roulement* sur lesquels ils portent; de cette façon, ils roulent sur ces cercles sans qu'aucun de leurs points soit obligé de glisser. En

effet, les différents points de ces galets parcourent des espaces proportionnels à leurs distances de l'axe de la plaque ; s'ils étaient cylindriques, un seul point du galet roulerait ; tous les autres devraient glisser pour arriver dans la position qu'ils doivent occuper après que la plaque a tourné d'un certain angle.

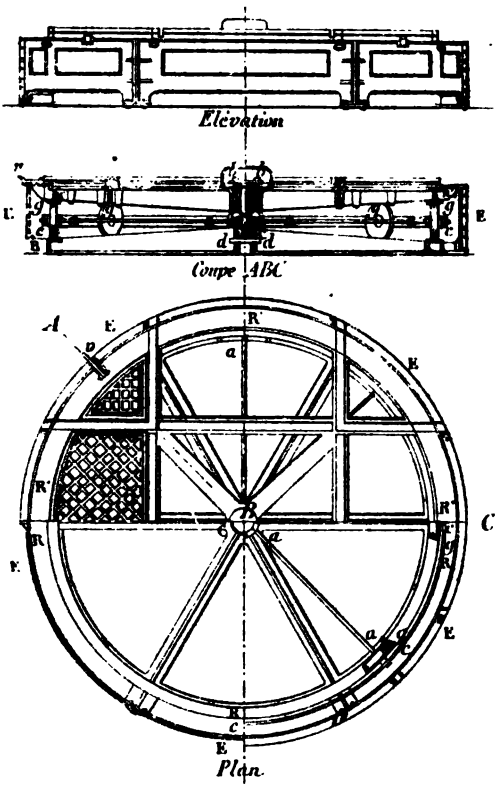


Fig. 130. — Ancienne plaque du chemin de Strasbourg.

Les galets sont maintenus à égale distance du centre de la plaque par leurs axes *a* dirigés dans le sens des rayons et fixés entre deux rondelles, qui entourent la crapaudine. Un cercle *c* relie les extrémités des axes, et maintient ainsi l'écartement des galets entre eux.

La partie fixe de la plaque se compose du cercle de roulement R, qui est tourné avec soin, de ses six bras et de la crapaudine C; le

tout est coulé d'un seul morceau. Les prolongements des bras servent à fixer la *cuve d'enceinte* E, formée de six segments en fonte assemblés entre eux à brides et à boulons. Ces segments portent les huit logements dans lesquels se fixent les abouts des rails des deux voies et quatre entailles pour le *verrou v* de la partie mobile dont nous nous occuperons plus loin.

La partie fixe repose sur une fondation de sable que l'on pilonne par couches minces après l'avoir arrosée; elle est entourée de briques jointives dans sa partie inférieure, puis maintenue dans tout son pourtour par du sable pilonné avec soin.

Cette fondation est très-économique, dure longtemps, se répare et se déplace facilement.

La partie mobile de la plaque se compose essentiellement du cercle de roulement R', des bras et du moyeu; les bras sont au nombre de quatre, ils sont parallèles deux à deux et écartés de 1^{m},50 d'axe en axe (largeur de la voie); les deux paires de bras enfin sont perpendiculaires entre elles. Le moyeu est alésé avec soin pour recevoir le pivot; il est relié aux autres parties du plateau mobile par un croisillon dont les extrémités aboutissent aux intersections des bras principaux.

Les rails de la plaque reposent sur ces bras principaux par l'intermédiaire d'une petite lame de bois destinée à amortir les chocs. Ces rails, afin de laisser passer les bourrelets des roues, sont formés de quatre équerres et de quatre barres droites; ils sont fixés sur les bras au moyen de trente-six boulons qui traversent ces bras par autant de renflements.

Le *pivot* est en fer, tourné dans toute sa longueur de manière à glisser à frottement doux dans le moyeu, et muni d'un grain en acier à sa partie inférieure.

On règle sa position par rapport au plateau mobile au moyen de quatre gros boulons *b* dont les écrous appuient sur la rondelle qui lui sert de tête. En serrant ces écrous, on soulève le plateau mobile, puisqu'on augmente la saillie du pivot sous ce plateau.

Le grain du pivot repose sur un autre grain en acier logé dans la crapaudine de la partie fixe de la plaque; une clavette *d* permet de soulever ou d'abaisser ce grain d'une petite quantité.

Les intervalles des bras du plateau mobile sont recouverts de plaques en métal ou d'un tablier en bois. Le bois est moins cher que le métal, et il est moins sujet que la fonte à se rompre quand un wagon déraille sur la plaque. Ces plaques portent le nom de *plaques de recouvrement*. Une cloche de recouvrement en fonte préserve le pivot de la poussière et de la boue.

Les secousses qui ont lieu quand un véhicule passe sur une plaque à l'intersection des voies étant assez violentes, même à petite vitesse, surtout avec les tabliers métalliques, on a cherché à les amoindrir en employant des croisillons en acier, en forme de palier destiné à supporter le boudin de la roue. Bien que ces essais aient été fréquemment renouvelés, l'usage de ces croisillons ne s'est pas généralisé.

Le plateau mobile est muni d'un *verrou v* en fer tournant autour d'un axe horizontal. Quand on veut tourner la plaque, on soulève ce verrou, et, lorsque ses rails sont arrivés en face de la voie sur laquelle on veut placer le wagon, on le fait tomber dans une des entailles de la cuve d'enceinte dont nous avons parlé précédemment.

Dans les nouvelles plaques, on substitue souvent le rail Brunel plein aux barres de fer employées pour porter le véhicule, et on évite les biseaux formés par l'intersection à 45 degrés des rails de la plaque, en forgeant d'une seule pièce le sommet de l'angle droit. A cette pièce en équerre viennent s'assembler les rails coupés normalement à leur longueur.

Ces plaques sont d'un assez bon usage sur les voies parcourues exclusivement par des wagons; mais, quand elles sont placées sur les voies parcourues par les machines, leur fondation tasse, ce qui amène fréquemment la rupture des plateaux mobiles à la rencontre des bras et des croisillons. Dans les mauvais terrains on donne quelquefois plus d'empatement à cette fondation, en interposant, entre le sable et la cuve (partie fixe de la plaque), de forts madriers, dirigés dans le sens de la voie parcourue par les machines.

Galets arrondis des anciennes plaques. — Dans plusieurs anciennes plaques, on a fait usage de galets à jante arrondie (fig. 131 et 132), ce qui permettait de les employer bruts de fonte. Cette

forme est vicieuse; elle donne lieu à une usure rapide des galets et du cercle de roulement, et, par son défaut de stabilité, à des dérangements continuels dans la position des galets.

Disposition des galets. — Il est important que les galets se trouvent le plus près possible du pourtour de la plaque. Sur plusieurs chemins de fer français on les a, dans l'origine, rapprochés du centre de la plaque, par raison d'économie. Le porte-à-faux qui en est résulté pour les parties extérieures au cercle de roulement a occasionné des ruptures fréquentes.

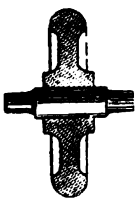


Fig. 131.

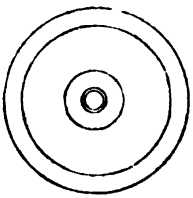


Fig. 132.

Sur quelques plaques, ces galets sont inclinés (fig. 133), de manière que leur génératrice supérieure soit horizontale. Cette disposition rend plus facile le tournage du cercle de roulement supérieur, lorsque le cercle est en fer; elle évite le coinçage des galets, qui se produit

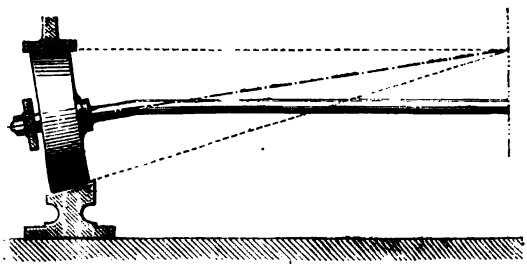


Fig. 133.

dans la disposition ordinaire lorsque le plateau mobile est ma centré : il ne paraît pas que les galets inclinés aient une tendance plus marquée au déversement.

Plaques reposant sur l'axe des galets. — Dans la plaque du chemin de fer de Paris à Strasbourg, nous avons vu que les galets roulent entre les deux cercles tournés et que les axes servent uniquement à les empêcher de s'écarter du pivot. Ce mode de construction est le plus convenable, puisqu'il ne donne lieu qu'à des *frottements de roulement* beaucoup plus faibles que les *frottements de glissement*, et rend, par conséquent, la manœuvre de la plaque très-facile. Mais il est coûteux, parce qu'il oblige à tourner les deux cercles de roulement. Sur plusieurs lignes on a fait usage de galets dont les axes sont fixés, soit sur la fondation, soit sous le plateau mobile. Dans ce cas, le galet est quelquefois mobile sur son axe. D'autres fois, il est fixé sur cet axe, qui alors repose sur des coussinets faisant partie de la fondation (fig. 134), ou bien, il supporte le plateau mobile par l'intermédiaire de coussinets semblables fixés sous ce plateau. La première disposition est vicieuse en ce qu'elle rend les réparations difficiles quand, par suite de l'usure, les galets ballottent sur leurs axes.

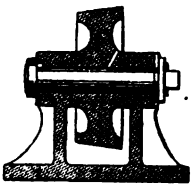


Fig. 134.

Les plaques à galets fixes sont économiques, car elles n'ont qu'un cercle de roulement; mais leur manœuvre est difficile, à moins qu'on ne donne aux galets de très-grands diamètres, ce qui force à augmenter la profondeur, et par conséquent le poids de la cuve.

Ancienne plaque du chemin d'Orléans à Bordeaux. — La

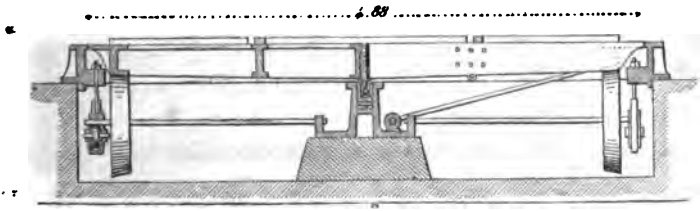


Fig. 135. — Ancienne plaque du chemin d'Orléans à Bordeaux.

figure 135 représente une ancienne plaque du chemin d'Orléans à Bordeaux avec un seul cercle de roulement dans laquelle on avait

diminué la résistance en faisant reposer les axes des galets qui supportent le plateau mobile sur d'autres galets de petit diamètre, et en donnant aux premiers de grands diamètres. Des écrous et des boulons servaient à régler la hauteur de ces galets.

Différents modes de construction du plateau mobile. — Les plateaux mobiles diffèrent peu de celui de la plaque du chemin de Strasbourg. Quand leur diamètre dépasse 4 mètres, on les fait presque toujours en deux pièces assemblées à boulons, suivant un diamètre parallèle à l'axe des voies.

Au chemin de Bristol, le plateau est recouvert d'un fort plancher en chêne sur lequel les rails sont fixés.

Différents modes de construction de la partie fixe. — La partie fixe des plaques tournantes présente des dispositions bien plus variées.

Au chemin de fer de Birmingham, le cercle de roulement et la cuve d'enceinte des anciennes plaques étaient coulés ensemble, d'un seul morceau pour les plaques de $3^m,60$ de diamètre, et en deux pièces pour celles de $4^m,50$. Les bras et la crapaudine étaient rapportés au moyen de boulons. Le cercle de roulement est alors un peu plus difficile à tourner que d'ordinaire, mais il est très-rigide.

Aux deux chemins de Versailles, le cercle de roulement des anciennes plaques était d'une seule pièce (diamètre de la plaque, 4 mètres); il était isolé et boulonné sur des dés en pierre de taille; le pivot était fixé et logé dans un support en fonte scellé dans une forte pierre de taille; la crapaudine faisait partie du plateau supérieur. La fondation était en moellons et les parois verticales de la fosse en pierre de taille. Un cube de maçonnerie aussi considérable rendait la plaque fort coûteuse. Le cercle de roulement n'ayant que $2^m,80$ de diamètre, il en résultait un porte-à-faux considérable; la plaque était à une seule voie.

Ancienne plaque du chemin de Saint-Germain. — L'ancienne plaque du chemin de fer de Saint-Germain (fig. 136) était à galets fixes dont les axes tournaient dans des supports venus de fonte avec la partie fixe. Celle-ci était coulée d'un seul morceau; elle se composait d'une cuve d'enceinte et de six bras qui rayonnaient autour de la crapaudine. Le diamètre de cette plaque n'était que de $2^m,30$;

le plateau mobile était venu de fonte avec ses plaques de recouvrement et ses rails. Ceux-ci s'égrenaient sous la pression des roues et mettaient la plaque promptement hors d'usage.

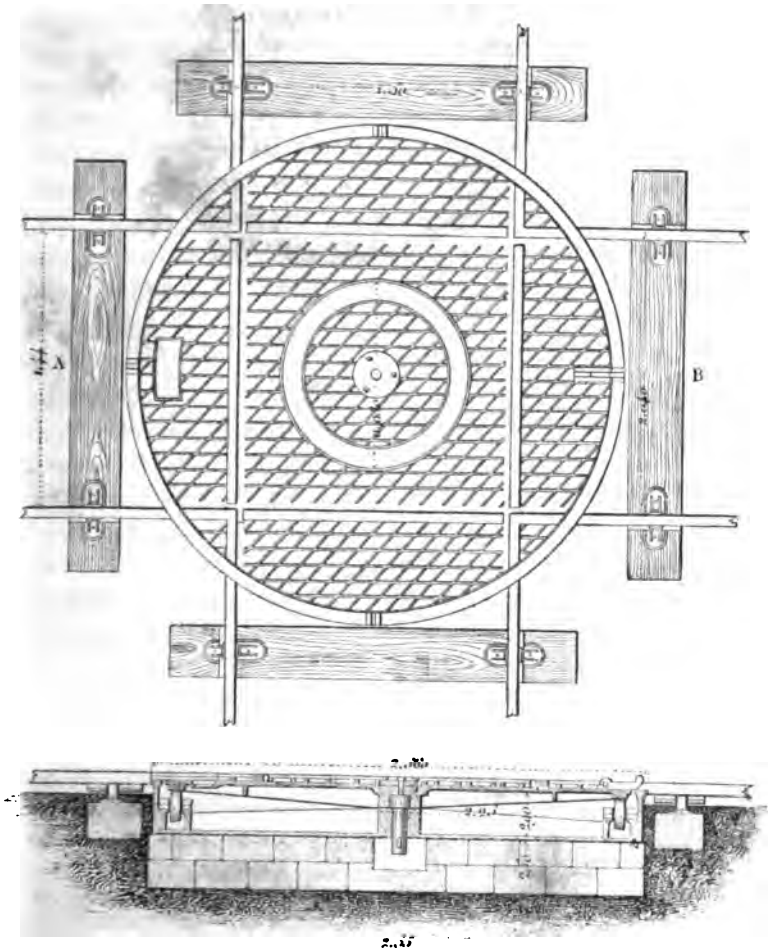


Fig. 136. — Ancienne plaque du chemin de Saint-Germain.

Au chemin de Bristol, le pourtour de la plaque était en pierre de taille, ainsi que la fondation du cercle de roulement et du pivot,

qui sont isolés l'un de l'autre. Aujourd'hui on abandonne entièrement les enceintes en pierre de taille.

Plaques de 6 mètres du chemin de Strasbourg. — Les plaques de 6 mètres de diamètre du chemin de fer de Paris à Strasbourg, dont nous avons déjà décrit le plateau mobile, ont un cercle de roulement composé de six segments munis de pattes sur lesquelles viennent se boulonner les huit segments de la cuve d'enceinte. Le cercle de roulement est posé sur des traverses placées sur la fondation en sable; la crapaudine est fixée dans un support en fonte à large base, qui repose lui-même sur un châssis en charpente.

Plaques du Nord, de Lyon et de Bâle à Strasbourg. — Les plaques de $4^m,20$ du chemin de fer du Nord et celles de 5 mètres de Lyon sont construites à peu près comme les petites plaques du chemin de Strasbourg (fig. 130); seulement le plateau mobile et la partie fixe sont formés chacun de deux pièces assemblées suivant un diamètre.

Au chemin de Strasbourg à Bâle, anciennement, le cercle de roulement fixe était une simple barre de fer plate courbée en cercle; il reposait sur une fondation en bois et y était attaché au moyen de vis. La crapaudine était boulonnée au centre de cette même charpente; enfin l'enceinte de la fosse était en bois.

Plaques des chemins d'Orléans et de l'Ouest. — Aux chemins de fer d'Orléans et de l'Ouest, les plaques posées sur les voies prin-

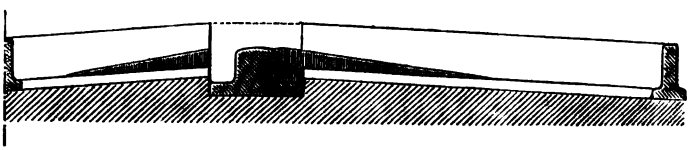


Fig. 137.

cipales ont été disposées de manière à éviter le choc qui se produit à la croisée des rails (fig. 137). A cet effet, le rail de la voie principale est continu, et celui de la voie transversale est surélevé pour permettre aux boudins des roues de franchir le premier rail. Un plan incliné fixe permet d'ailleurs aux boudins des roues de franchir cet obstacle sans choc.

Avec cette disposition, il faut avoir soin d'orienter la plaque de manière que le rail continu se présente toujours sur la voie principale.

Plaque du chemin du Midi. — Au chemin de fer du Midi, on a employé une disposition analogue à celle que nous avons indiquée pour les croisements de voie, en plaçant à la rencontre des rails des fourrures sur lesquelles portent les boudins.

C'est à tort que quelques ingénieurs avaient des craintes relativement à l'effet de ces fourrures sur les roues accouplées des machines à marchandises.

Plaque en bois du chemin de Versailles (rive gauche). — La figure 138 représente une plaque tournante du chemin de fer de Versailles (rive gauche), construite entièrement en bois. Il en existe d'analogues au chemin de fer de Newcastle et en Autriche. Les plaques en bois sont fort économiques; mais elles ne doivent être employées que sur des voies couvertes. Les assemblages doivent être étudiés et exécutés avec le plus grand soin.

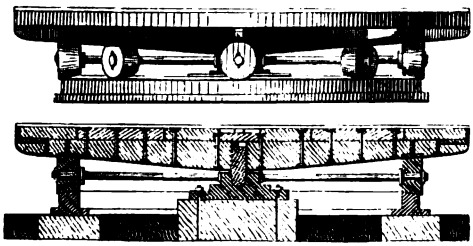


Fig. 138.

Plaques en tôle. — Les plaques en tôle, dont on fait un grand usage aujourd'hui, sont formées d'une membrure en fer double T, de 16 à 18 centimètres de hauteur sur 12 ou 13 de largeur de champignon et régnant à l'aplomb de chaque file de rails. Des feuilles de tôle d'une épaisseur moyenne de 6 à 7 millimètres, disposées joints sur plein, consolident en dessus et en dessous ces fers à T, auxquels elles sont rivées, ainsi que les rails, de manière à former un plateau régulier dont l'épaisseur varie avec le diamètre de la plaque.

La cuve d'enceinte, le cercle de roulement, les galets, la crapaudine, se font à la manière ordinaire, de sorte qu'on peut remplacer un plateau en tôle par un plateau en fonte, et réciproquement.

En Angleterre, on a établi, il y a quelques années, des plaques tournantes dont la disposition présente beaucoup d'analogie avec celle des grues.

Plaques à colonnes de petit diamètre. — La partie fixe de ces plaques (fig. 139), dites à colonnes, se compose d'un fort arbre en

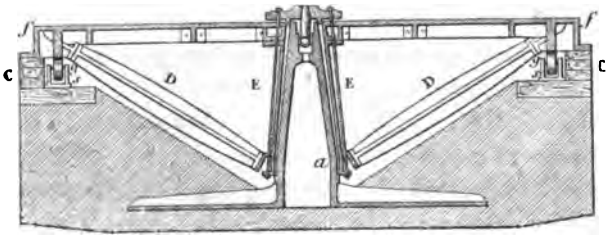


Fig. 139. — Plaque à colonnes de petit diamètre.

fonte creux; autour est un cercle en fer tourné. Cet arbre, venu de fonte avec un croisillon qui est logé dans un massif de béton, ou assemblé avec ce croisillon pour les plaques de grande dimension, reçoit à sa partie supérieure le grain de la crapaudine. La fosse est en forme de cône renversé; elle est munie à sa partie supérieure d'un couronnement C en charpente surmonté d'un cercle en fonte *f*. Dans certaines plaques, l'enceinte en charpente reçoit en outre des supports *s* avec galets à axes *g*.

Le plateau mobile est formé de bras et d'un cercle extérieur tourné dans les plaques à galets. Ce plateau porte en son milieu sur une enveloppe en fonte E alézée, qui entoure la colonne et reçoit un pivot à boulet. Les extrémités des bras sont soutenues par des contre-fiches D, qui reportent vers la base de la colonne la pression qui résulte du passage d'une machine ou d'un wagon.

Plaques servant de pont à bascule. — On a construit en Angleterre quelques plaques analogues à la précédente (fig. 140), mais qui permettent de peser les wagons en même temps qu'on les tourne. Le plateau mobile porte lui-même la colonne, qui re-

pose sur une crapaudine suspendue par l'intermédiaire de tringles pendantes à un levier de romaine.

Au repos, ce plateau repose sur le couronnement de la fondation; on amène le wagon sur la plaque, puis on soulève le pivot, et par conséquent toute la partie mobile, en injectant de l'eau entre la crapaudine proprement dite et son enveloppe au moyen d'une pompe de presse hydraulique. Le plateau mobile et la charge ne portent alors plus que sur le pivot; la plaque est très-facile à manœuvrer, et l'on constate, au moyen de la romaine, le poids du wagon ajouté à celui de la plaque. Connaissant le poids de cette plaque, on obtient celui du wagon au moyen d'une simple soustraction.

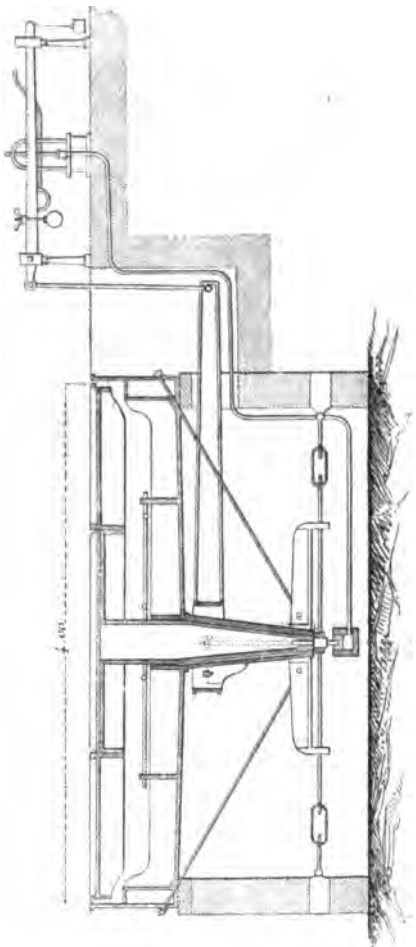


Fig. 140. — Plaque anglaise servant de pont à bascule.

Les plaques à colonnes sont très-coûteuses; les dernières surtout donnent lieu à de fréquentes réparations qui en rendent l'avantage illusoire.

Systèmes divers.—Dans ces derniers temps, on s'est beaucoup préoccupé des ruptures fréquentes des bras des plaques, et l'on a mis en étude plusieurs systèmes dans lesquels le cercle de roulement et le croisillon de la partie mobile sont en fonte, tandis que

les bras sont en fer ou en bois et fer. On construit également des plaques de grandes dimensions entièrement en fer, mais dans lesquelles les supports des galets sont fixés sous le plateau mobile.

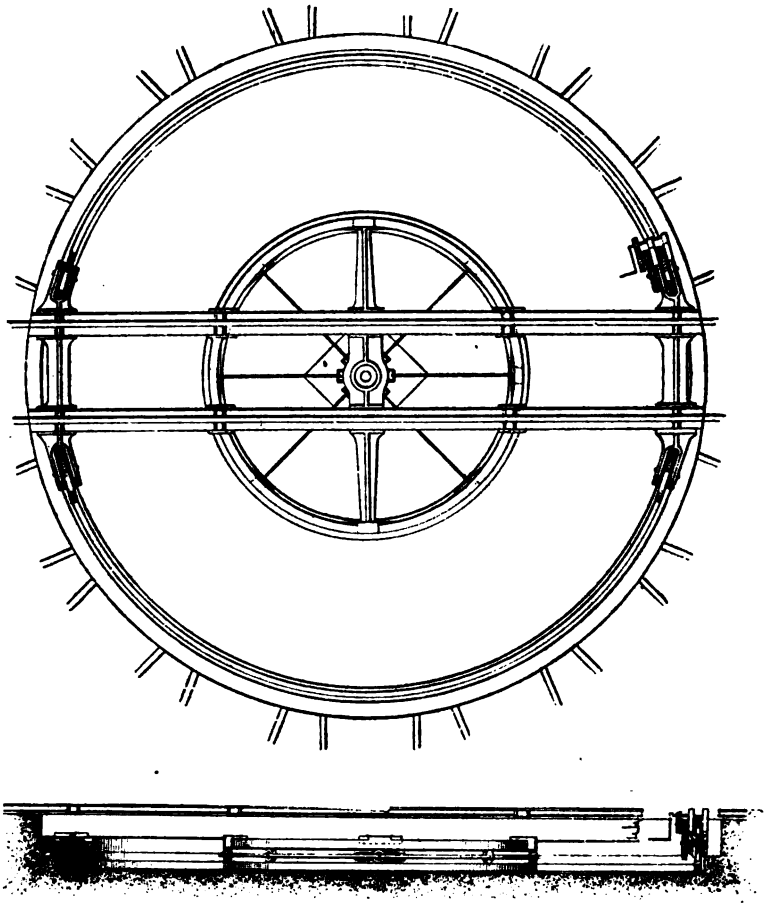


Fig. 141. — Grande plaque de Derby.

Plaques de grand diamètre pour locomotive et tender. — Avec les plaques dont nous venons de parler, on est obligé, pour tourner une locomotive, de la *découpler* de son tender et de manœuvrer

séparément l'un et l'autre. Ce mode d'opérer est long; aussi établit-on généralement dans les gares, où l'on doit fréquemment tourner des machines, une plaque de dimension suffisante pour recevoir simultanément la machine et son tender.

Le diamètre de ces sortes de plaques varie entre $8^m,50$ et $12^m,50$.

Avec de pareilles dimensions, un plateau mobile construit dans le système des plaques de moindre diamètre serait une pièce de fonte très-difficile à couler; aussi a-t-on eu recours à des dispositions particulières dont nous allons dire quelques mots.

Grande plaque de la remise de Derby. — Au chemin de Londres à Derby il existe une plaque de $10^m,70$ de diamètre (fig. 141), dans laquelle les rails reposent sur deux fortes pièces de bois reliées entre elles par cinq entretoises en fonte. Celle du milieu reçoit le pivot, qui est disposé comme celui des plaques de $3^m,40$ du chemin de fer de Paris à Strasbourg. La crapaudine est fixée dans un support en fonte isolé, boulonné sur la fondation. Les rails sont soutenus à $2^m,50$ de l'axe par huit galets mobiles entre deux cercles de roulement, dont l'un repose sur le sol et l'autre est boulonné sur les longuerines. Un troisième cercle de roulement de $9^m,80$ de diamètre supporte les abouts de ces longuerines par l'intermédiaire de quatre galets montés dans des supports en fonte ayant la forme de corbeaux.

L'un de ces galets peut être mis en mouvement au moyen d'une manivelle et d'un système d'engrenage; en tournant, il entraîne la plaque et la charge qu'elle supporte.

Cette plaque est économique; mais les fragments de coke enflammé et l'eau qui tombent continuellement des locomotives détruisent rapidement les longuerines.

Grande plaque modèle belge. — En France, on a fait usage pendant longtemps de plaques entièrement en fonte, construites d'après un modèle belge (fig. 142).

Cette plaque a 8 mètres de diamètre; son plateau mobile se compose de quatre grands longerons en fonte A A B B, reliés entre eux par un certain nombre d'entretoises en fonte et en fer, et de deux arcs de cercles *c c* en fonte, soutenus en leur milieu par deux traverses T T, et boulonnés à leurs extrémités sur les longerons B. Le tout est recouvert d'un plancher en forts madriers de chêne sur

lequel les rails sont fixés au droit des longerons A au moyen de vis. L'entretoise E reçoit le pivot qui porte sur une crapaudine scellée dans la fondation. Quatre galets *g g*, dont les axes supportent les abouts des longerons, roulent sur le cercle en fonte tourné *c c* de 5 mètres de diamètre, qui fait partie de la fondation.

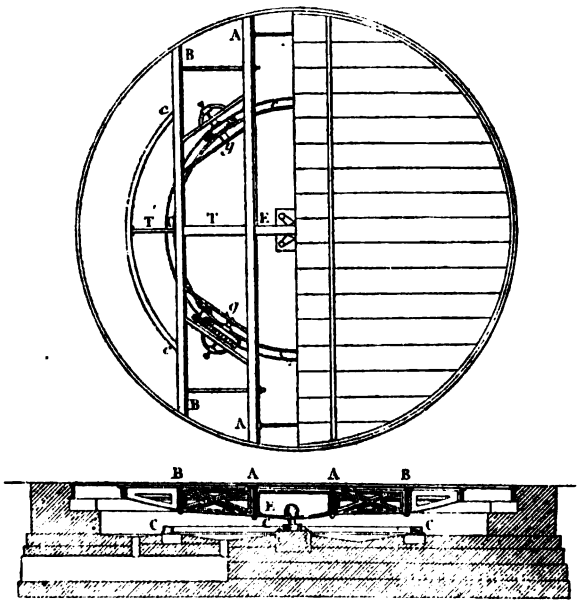


Fig. 142. — Plaque en fonte, modèle belge.

Le mouvement est donné à la plaque comme à celle de Derby.

Plaques françaises du modèle belge modifié. — Les plaques de ce système, construites depuis quelques années, ont reçu certaines modifications. Les rails reposent directement sur les longerons A. Le plancher est en tôle entre ces rails.

On a augmenté le diamètre du cercle de roulement afin de réduire le porte-à-faux des longerons. Malgré cela, ces longerons se brisent fréquemment, surtout quand, par suite de tassements survenus dans les fondations, les galets cessent de porter parfaitement sur le cercle de roulement.

Grande plaque actuelle de l'Est. — On a été conduit à rempla-

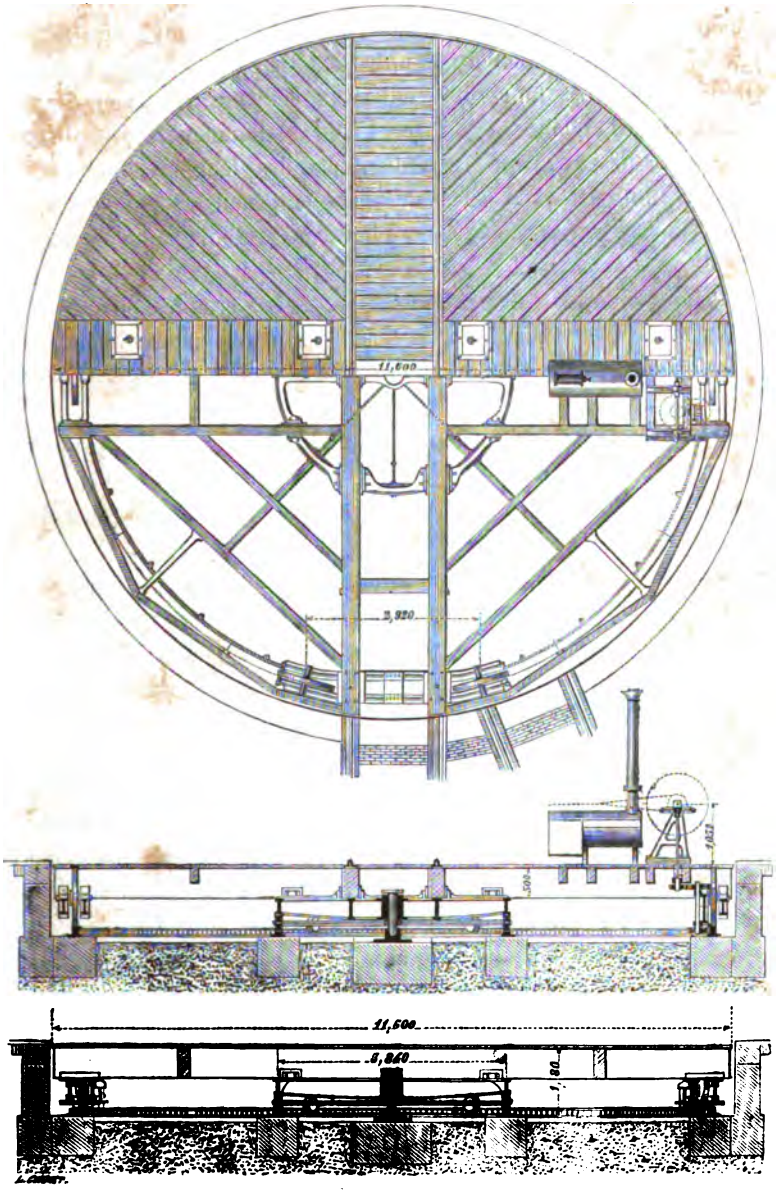


Fig. 145. — Nouvelle plaque de l'Est.

cer ces plaques par celle (fig. 143) construite en fer, fonte et bois. Elle se compose de deux cercles de roulement en fonte, l'un intérieur, de $5^m,40$ de diamètre; l'autre extérieur, de $10^m,50$, à couronne dentée. Les longerons sont deux énormes poutres en bois de 500/320 d'équarissage, et de $11^m,60$ de longueur. Lorsque les fondations de ces plaques sont bien établies, leur entretien est à peu près nul; le grand cercle de roulement seul est sujet à s'user rapidement. Pour le conserver, on le recouvre d'une bande en acier puddlé.

Grandes plaques du Central suisse. — Les grandes plaques en usage sur le chemin Central suisse se rapprochent encore davantage de cette plaque anglaise. Elles sont, comme celle-ci, entièrement découvertes.

Grandes plaques du Lyon, du Nord, etc. — Les grandes plaques des chemins de Lyon, du Nord, de l'Ouest et d'Orléans, ne sont que les plaques Buddicom modifiées [1], dans lesquelles on a cherché à reporter la plus grande partie de la charge sur le pivot.

Grandes plaques allemandes à voies croisées. — Jusqu'ici nous n'avons décrit, pour la manœuvre des locomotives et tenders réunis, que des plaques à une voie. Celles-ci peuvent être employées sans inconvénient, parce qu'elles ne sont jamais placées sur les voies principales; cependant on a construit en Allemagne des plaques de grande dimension à deux voies (fig. 144).

Le plateau mobile de ces appareils se compose d'un croisillon en fonte sur lequel sont boulonnés les quatre bras qui supportent directement les rails, ainsi que quatre autres bras intermédiaires qui partagent en deux les secteurs du plateau qui ne sont pas occupés par les voies. Toute la surface qui est comprise entre les voies est recouverte de plaques de fonte, afin de ne pas être altérée par les parcelles de coke enflammé qui tombent du foyer de la machine; le reste du tablier est ordinairement en bois.

Les extrémités des bras sont reliées par une couronne en fonte.

Les galets, au nombre de douze, sont à jante arrondie et fixés sur leurs axes au moyen de clavettes; ils soutiennent la plate-forme

[1] Voir les plans détaillés de cette plaque dans le *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*.

par l'intermédiaire de supports à coussinets boulonnés sur la couronne et sur les bras.

Le cercle de roulement en fer ou en fonte est fixé sur la maçonnerie des fondations, qui se composent d'un massif central portant

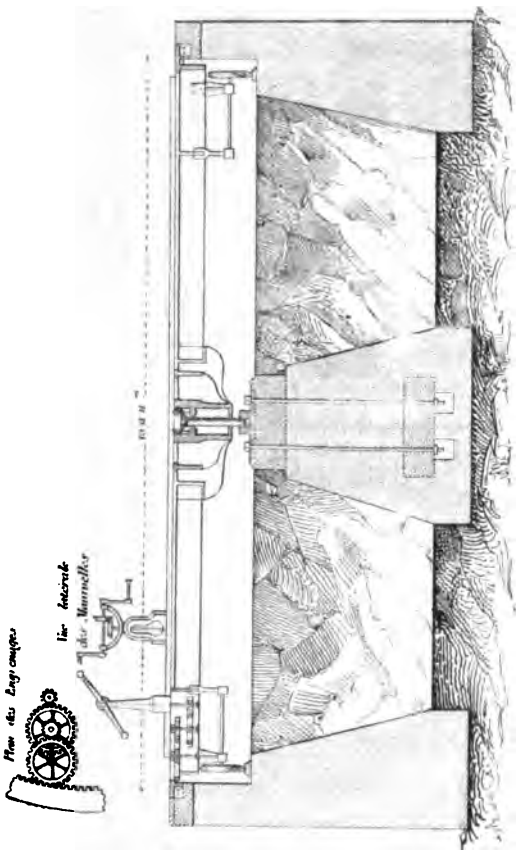


Fig. 141. — Grandes plaques allemandes.

la crapaudine et d'un mur annulaire présentant une surépaisseur jusqu'au sol de cette fosse.

Un cercle en fonte à denture intérieure sur tout son pourtour forme l'arête du couronnement de ce mur. Un système de manivelles et d'engrenages, dont le dernier mobile agit sur cette cou-

ronne dentée, est fixé sur le plateau ; il suffit dès lors d'imprimer le mouvement aux manivelles pour faire tourner la plaque.

On supprime aujourd'hui dans les grandes plaques les cercles dentés fixés autour de la fosse ou sur le fond ; la réaction des galets sur un cercle uni suffit pour produire le mouvement.

Plaques à colonne de grand diamètre. — On a enfin construit des plaques pour locomotives et tenders réunis dans le système des plaques à colonne fixe (fig. 145). Les bras étant fort longs, on les a soutenus en leur milieu par une seconde rangée de contre-fiches. De plus, on a ajouté en *a* un collier de galets qui transforment le frottement de glissement de l'enveloppe sur la colonne en frottement de roulement. Sur le chemin de Londres à Birmingham, une plaque de ce genre, presque entièrement en bois, occupait, il y a quelques années, le centre de la magnifique remise polygonale de Cambden.

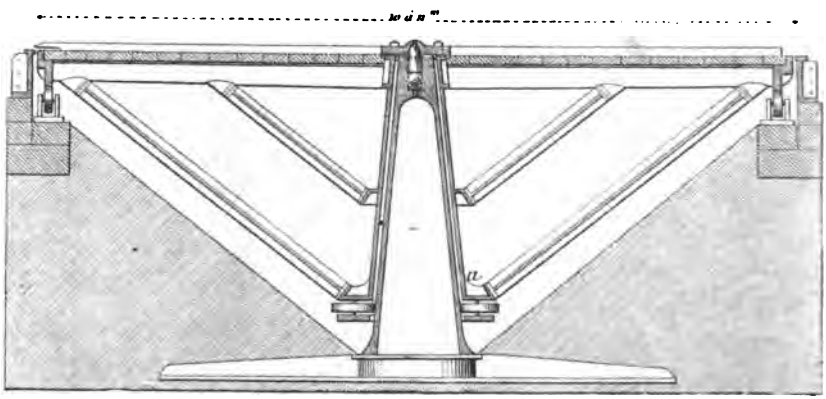


Fig. 145. — Plaque à colonne de grand diamètre.

Les lignes qui suivent sont empruntées au mémoire de M. Brame sur la voie du Nord.

Ponts tournants ou plaques tournantes de grand diamètre du chemin du Nord. — Depuis quelques années la Compagnie du Nord a fait établir, dans certaines stations, pour tourner les machines avec le tender, un système de plaques ayant une certaine analogie avec les ponts tournants dont elles ont pris le nom.

Ces plaques, qui offrent toutes les garanties désirables de solidité, ont en outre l'avantage d'une installation peu dispendieuse qui permet d'en étendre l'usage, et qui facilite, par suite, le service de l'exploitation.

Les ponts tournants étudiés et expérimentés par la Compagnie du Nord, présentent donc, à ces divers points de vue, un certain caractère d'intérêt.

Un pont tournant de 12 mètres se compose :

1° D'un cercle de roulement extérieur de $5^m,100$ de rayon moyen, en fer plat de $0^m,150$ sur $0^m,025$, et formé de douze segments égaux fixés au moyen de boulons à tête fraisée, sur une charpente en chêne. Cette charpente, taillée à sa partie supérieure suivant une inclinaison déterminée par celle d'une des génératrices des galets, est un polygone régulier de vingt côtés, formé de madriers de $1^m,900$ de longueur sur $0^m,300$ de largeur et $0^m,150$ d'épaisseur, assemblés à mi-bois à chacune de leurs extrémités, et supportés à chaque assemblage, sur le milieu de leur longueur, par une semelle de $1^m,250$ de longueur, $0^m,250$ de largeur et $0^m,150$ d'épaisseur.

2° D'une charpente centrale octogonale composée de huit madriers de $1^m,80$ de longueur sur $0^m,300$ de largeur et $0^m,150$ d'épaisseur, assemblés aussi à mi-bois. Les joints sont supportés chacun par une semelle de $0.800 \times 0.250 \times 0.150$. Cette portion de charpente est reliée à une autre portion ou carré central, au moyen de deux grandes pièces de $4^m,50$ de longueur sur $0^m,250$ de largeur et $0^m,150$ d'épaisseur placées perpendiculairement entre elles, et de quatre autres pièces de $1^m,925$ de longueur et de même équarissage que les premières.

Sur cette charpente octogonale parfaitement dressée, est fixé, au moyen de seize boulons, le cercle de roulement ou plateau fixe d'une plaque tournante de $4^m,20$ de diamètre.

3° D'une plaque centrale de $4^m,20$, en tout semblable, mais sans cuve, aux plaques tournantes employées dans les gares pour tourner les voitures. Cette plaque constitue une surface d'appui pour le milieu de la longueur des poutres principales sur lesquelles reposent les rails de la voie du pont.

4° De deux chevalets ou tréteaux roulants présentant à leur partie supérieure une surface plane. A $0^m,750$ de chaque côté de leur axe, se trouve l'axe de deux longues oreilles venues de fonte et situées au même niveau que le dessus du plateau supérieur de la plaque centrale. Ces oreilles constituent les points d'appui des extrémités des grandes poutres.

Les chevalets sont, par leur disposition spéciale, destinés à recevoir un galet de chaque côté de l'axe de la voie, et, d'un côté seulement, un système d'engrenages. Contre l'un de ces galets, se boulonne une couronne dentée dans laquelle vient s'engrener un des pignons du système d'engrenages, lequel est mis en mouvement par les hommes qui agissent sur les manivelles placées sur l'arbre de commande de chacun des chevalets.

5° D'une charpente supérieure qui se compose de deux poutres principales en chêne ou sapin de $11^m,950$ de longueur, $0^m,300$ de largeur et $0^m,350$ d'épaisseur, espacées de $1^m,50$ d'axe en axe (largeur de la voie) et entre-toisées à leurs extrémités et sur quelques points de leur longueur (les entre-toises de $1^m,210$ de longueur, $0^m,250$ de largeur et $0^m,350$ d'épaisseur sont reliées aux poutres par des équerres en fonte et des boulons qui traversent le tout. De deux poutres latérales de $1^m,720$ de longueur sur $0^m,250$ de largeur et $0^m,300$ d'épaisseur établies vers le milieu du pont, et à $0^m,80$ de distance des poutres principales auxquelles elles sont reliées par des contre-fiches de $3^m,260$ de longueur, $0^m,250$ de largeur et $0^m,300$ d'épaisseur. Ces contre-fiches sont assemblées à mi-bois avec les poutres latérales et pénètrent, de l'autre côté, dans des équerres en fonte fixées aux poutres principales; elles sont de plus reliées à ces dernières par des boulons.

Cette charpente est reliée, d'une part, à la plaque centrale au moyen de boulons qui traversent toutes les pièces de bois et la fonte; d'autre part, aux chevalets, par des boulons de $0^m,030$ de diamètre qui constituent deux points d'attache pour chaque extrémité de poutre.

6° Enfin, d'un plancher de $0^m,050$ d'épaisseur, recouvrant toutes les surfaces déterminées par les pièces de bois dont il vient d'être parlé, on ajoute, entre les rails seulement, des feuilles de

tôle de $0^m,004$ à $0^m,005$ d'épaisseur, dans le but de protéger le plancher contre l'action des débris de coke incandescent qui s'échappent du foyer des machines.

La voie des ponts tournants se fait avec n'importe quel modèle de rails; on doit donc être fixé sur ce point avant de placer les fondations en charpente.

A l'aide de tringles et de tirants en fer, on attache, à chacun des chevalets, un plancher d'une surface suffisante pour recevoir deux hommes qui agissent sur les manivelles et mettent, par suite de l'adhérence qu'ont les galets sur le chemin de roulement, tout l'appareil en mouvement.

Les chevalets portent des verrous que l'on engage dans des gâches en fonte scellées dans la maçonnerie de la cuve sur tous les points où il y a des voies devant lesquelles le pont est susceptible de s'arrêter pour faire passer une machine.

Changements apportés dans la construction des plaques de $4^m,20$ et de $3^m,40$ de diamètre. — D'importantes améliorations ont été apportées, depuis environ cinq ans, dans la construction des plaques tournantes de $4^m,20$ et de $3^m,40$ de diamètre; elles peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Modification des formes de la section transversale de l'anneau du plateau supérieur, en vue d'une augmentation de solidité.

2° Modification de la forme des bras ou nervures qui relient l'anneau au centre et qui servent à l'appui des rails. Précédemment, ces bras ou nervures avaient la forme d'un T droit d'assez faibles dimensions, tandis qu'actuellement ils ont la forme plus rationnelle d'un double T, avec des dimensions plus fortes.

3° Dans les anciennes plaques, les rails en équerre étaient faits avec du fer rectangulaire de $0^m,065$ sur $0^m,045$; ils reposaient directement sur la plate-bande de la nervure à T, et étaient attachés au moyen de boulons qui passaient dans les trous de renflement venus de fonte. Dans les nouvelles plaques, les rails en équerre sont faits avec des rails Brunel pleins, dont le patin a $0^m,165$ de largeur; on interpose entre eux et la fonte un semellage en bois de chêne de $0^m,050$ d'épaisseur, dont le sens des fibres est dirigé de manière à former avec l'axe des rails un angle de 45°, ce qui donne

une plus grande résistance à l'écrasement. L'élasticité du bois amortit les chocs qui se produisent lors du passage des trains, et évite les ruptures des différentes parties du plateau.

4° Le cercle de roulement a été disposé de manière à présenter à sa partie inférieure, dans toutes les parties qui le composent, c'est-à-dire le centre, les rayons et l'anneau, une surface plane et suffisamment large pour constituer un bon appui et faciliter le bourrage, tandis que, primitivement, la section de ce cercle était un simple T, et celle des bras une +, ayant l'une et l'autre pour base la section de l'âme seulement.

5° Anciennement, les plaques tournantes de $3^m,40$ et de $4^m,20$ étaient coulées d'une seule pièce ou se composaient de deux parties qu'on assemblait ensuite. Les premières étaient sujettes aux ruptures par suite du retrait de la fonte qui n'avait pu s'opérer également pour toutes les parties composant le plateau; les dernières présentaient le même inconvénient par suite d'ébranlements dans les assemblages qui n'étaient pas faits avec assez de solidité.

Actuellement, les plateaux supérieurs et inférieurs des plaques de $4^m,20$ sont fondus en deux parties qui sont ensuite assemblées, de chaque côté du pivot, dans le sens diamétral et sur le pourtour de l'anneau, au moyen de fourrures et d'éclisses en fer plat, avec boulons à écrous et contre-écrous.

Les plateaux supérieurs et inférieurs des plaques de $3^m,40$ sont faits d'un seul morceau; mais au moulage du plateau supérieur on prend des mesures pour qu'après la coulée, ce plateau se trouve être divisé en quatre parties égales sur le pourtour de l'anneau seulement.

On met, à cet effet, dans le moule, des morceaux de tôle mince qui produisent ces séparations. La contraction qui a lieu, lors du refroidissement, peut alors s'opérer sans danger pour la solidité de l'anneau.

Cette mesure a été prise pour la fabrication des plaques de $3^m,40$, parce qu'on a reconnu que les ruptures d'anneaux provenaient généralement des efforts produits par une contraction irrégulière sur toute leur étendue.

Lorsqu'on retire du sable les pièces fondues, on remplit très-exactement, avec des morceaux de tôle, les séparations qui résultent de ces coupures, et on consolide ces solutions de continuité à l'aide de deux éclisses en fer plat qui affectent rigoureusement les formes de la fonte.

Modifications apportées aux plaques de 12 mètres. — Après un service de quinze à dix-huit mois, les plaques tournantes de 12 mètres, placées au dépôt de Tergniers, accusaient des détériorations assez fortes : les galets principaux étaient brisés sur les deux tiers environ de la circonférence de leur jante; les plaques centrales étaient elles-mêmes cassées sur plusieurs points du pourtour de l'anneau; leurs bras avaient quelques ruptures, et les surfaces de roulement étaient égrenées ou fendillées.

Le remplacement pur et simple des pièces avariées, par des pièces neuves, eût certainement remis les plaques en bon état, mais pour un laps de temps assez court, c'est-à-dire sensiblement égal au premier. La Compagnie a pensé que le système en lui-même laissait à désirer, et elle l'a modifié de la manière suivante :

1° Suppression de la plaque centrale de $3^m,40$, et remplacement de ladite plaque par un fort croisillon en fonte, avec pivot d'un grand diamètre.

2° Remplacement des galets en fonte par des galets en fer entourés d'un cercle en fer à grain fin, cémenté et trempé.

3° Remplacement des axes des galets qui n'avaient que $0^m,450$ de longueur, par d'autres axes ayant $2^m,035$.

4° Modification des plaques de garde intérieures des chevalets, de manière à faciliter le remplacement d'un galet sans être obligé d'élever tout le plateau supérieur à une hauteur de $0^m,80$ à $0^m,85$.

Le croisillon en fonte, qui remplace la plaque centrale de 3 ,40, se compose d'un fort boisseau circulaire d'environ $0^m,60$ de diamètre réduit légèrement à sa partie inférieure, et de quatre bras venus de fonte avec le boisseau.

Ces bras, dirigés suivant les deux diagonales du carré formé

par les intersections des quatre poutres principales, sont terminés, sur toute leur hauteur, par des oreilles disposées à angle droit et présentant chacune une assez grande surface pour l'application des poutres et leur jonction avec le croisillon.

Des saillies ménagées à la partie desdites oreilles servent à l'appui des poutres, afin que les boulons qui relient ces mêmes poutres au croisillon ne supportent qu'une très-faible portion de la charge du plateau et de la machine.

Le croisillon, ainsi constitué, remplit très-exactement les angles de la surface quadrangulaire formée par les intersections des poutres principales. Il porte, à sa partie supérieure, un chapeau dans lequel se trouve une crapaudine de $0^m,200$ de diamètre. Ce chapeau est relié au croisillon au moyen de six forts boulons de suspension de $0^m,040$ de diamètre, dont les têtes sont sous le boisseau central et les écrous sur la partie supérieure du chapeau. Cette dernière disposition est du reste analogue à celle des plaques ordinaires de $3^m,40$ et de $4^m,20$.

Un pivot, dont le diamètre est de $0^m,200$, pénètre, par son extrémité supérieure, dans le chapeau en question, et par son extrémité inférieure, dans la douille d'une plaque en fonte, à base circulaire de $0^m,800$ de diamètre, qui est fixée sur la pierre centrale des fondations par quatre boulons de scellement à écrou.

Par cette dernière modification on n'a plus, au milieu de la plaque, qu'un seul point d'appui, le pivot, au lieu des trois qui existaient précédemment, savoir : le petit pivot de la plaque centrale et les galets de la même plaque.

Les nouveaux galets sont complétement en fer, à l'exception du moyeu dans lequel viennent se réunir les rayons ou bras. Un faux cercle entoure la circonférence formée par les bras repliés; il est lui-même recouvert d'un bandage en fer à grain fin, cémenté et trempé. Un bombement de quelques millimètres a été donné à la surface de roulement, et les arêtes du pourtour ont été rabattues de chaque côté en chanfrein, afin que, dans le principe du service, ces galets reposent à coup sûr, par le milieu de leur largeur, sur le chemin de roulement dans le cas où celui-ci présenterait quelques irrégularités d'inclinaison. On a vu plus haut que les cheva-

lets sur lesquels viennent se réunir et s'ssaembler les extrémités de deux poutres principales, étaient disposés de manière à recevoir les axes des galets. En effet, les tôles qui entrent dans la construction de ces chevalets, n'étant espacées que de $0^m,290$, n'avaient pas permis de donner aux axes plus de $0^m,450$, parce qu'on avait voulu utiliser pour points d'appui du plateau, sur les axes, les deux tôles formant plaques de garde.

Les extrémités des dits axes pénétraient donc dans des coussinets en bronze ajustés dans des boîtes en fonte solidement attachées aux tôles des plaques de garde des chevalets.

Cette disposition avait deux graves inconvénients : 1° celui de se prêter mal à diriger avec précision l'axe des essieux des galets vers le centre de la plaque, condition essentielle pour un bon fonctionnement des galets ; 2° celui de nécessiter l'enlèvement complet du plateau sur $0^m,80$ à $0^m,85$ de hauteur chaque fois qu'un galet était à remplacer, ce qui constituait une opération très-difficultueuse, longue et gênante pour le service de la traction.

Pour obvier au premier inconvénient, les boîtes en fonte ont été enlevées, et on a pratiqué une plus grande ouverture dans la plaque de garde extérieure, de manière à y placer un coussinet spécial qui prend la demi-circonférence supérieure du gros tourillon de l'essieu. Ce coussinet est entouré de deux étriers en fer rond de $0^m,030$ de diamètre, terminés à leurs extrémités par une partie filetée qui reçoit un écrou et un contre-écrou.

Afin de constituer de forts points d'appui pour les écrous qui terminent les étriers, on a consolidé la plaque de garde extérieure qui n'a que $0^m,010$ d'épaisseur, en rapportant des cornières et une plaque de fer de $0^m,025$.

On a remédié au second inconvénient en découpant la plaque de garde intérieure sur toute sa hauteur et sur une largeur de $0^m,280$. Cette ouverture a ensuite été bouchée par une porte en tôle qui vient s'assembler, au moyen de boulons, sur les bords de la partie enlevée. Elle est consolidée à sa partie supérieure par des cornières.

Ces portes ou morceaux de tôle ne descendent pas assez bas, bien entendu, pour s'opposer au passage de l'essieu qui se pro-

longe au delà sur une longueur de $1^m,685$, et qui vient, par son petit tourillon, dans les coussinets d'un support en fonte attaché à la poutre principale et à l'extérieur de la voie.

Cette nouvelle disposition permettra d'enlever et de remplacer un galet en une heure environ.

Deux plaques tournantes de 12 mètres de diamètre ont été modifiées ainsi qu'il vient d'être dit; elles sont en service au dépôt de Tergniers. Deux autres plaques semblables sont en transformation dans les chantiers de la Chapelle. La dépense occasionnée par ces améliorations est évaluée à 5,000 francs par plaque, en tenant compte des vieilles matières avariées ou sans emploi.

Fondations en bois et modifications dans la distribution du métal. — Aux chemins de l'Est, on a tenté de remplacer les fondations en fonte par des fondations en bois, et on a étudié de nouvelles plaques en fonte avec des cercles coulés indépendamment des croisillons, les bras ayant, comme au chemin du Nord, en coupe, la forme d'un double T au lieu d'un simple T droit.

Les fondations en bois ont été abandonnées comme trop sujettes à se déformer lorsque le bois prend du jeu. La nouvelle forme donnée aux bras a donné de bons résultats, et on coule aujourd'hui les nouvelles plaques avec les cercles indépendants des croisillons.

Cette dernière modification prévient les ruptures, qui ont toujours lieu à l'entre-croisement des bras, où le retrait de la fonte donne lieu à des tensions inégales qui en diminuent la résistance.

Dans les anciennes plaques en fonte (fig. 146), le croisillon central est formé de bras placés suivant la diagonale des rails. Il en résulte aux points de croisement des bras une accumulation de matière très-nuisible à la bonne qualité du métal; en outre, les bras supportant les rails sont mal soutenus. On préfère aujourd'hui la disposition figurée fig. 147.

Résumé. — En résumé, sur les nouvelles lignes :

On abandonne les plaques en fonte pour les voies principales, et on les remplace par des plaques en tôle. Ces dernières toutefois se

détruisent rapidement par suite du jeu que prennent les rivets.

On se sert de plaques en fonte sur des voies latérales, surtout pour le service des wagons. On emploie les plaques en bois dans

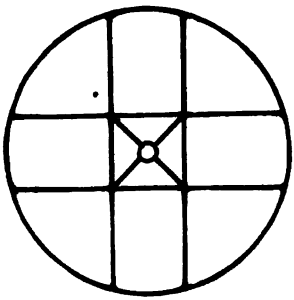


Fig. 146

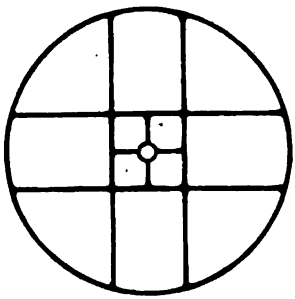


Fig. 147.

les halles ou les remises couvertes, et on construit les plaques de grand diamètre en tôle et en bois.

Plaques manœuvrées par une machine à vapeur. — Les plaques tournantes sont ordinairement manœuvrées par des hommes. Dans nos remises de la Villette, d'Épernay et de Nancy, toutefois, le mouvement de rotation est imprimé aux grandes plaques par une petite machine à vapeur de la force d'un cheval établie sur la plaque. Cette machine ne consomme pas par jour au delà de 100 kilogr. de menu coke, valant à Épernay 15 fr. la tonne, et on en confie le soin à un ouvrier invalide. L'usage en est fort avantageux toutes les fois que les manœuvres des plaques doivent se répéter fréquemment.

Nous avons indiqué aux documents les prix des différentes espèces de plaques.

CHARIOTS DE SERVICE.

Pour faire passer les voitures ou les machines d'une voie sur des voies parallèles, on peut remplacer les plaques par un chariot qui, portant une portion de voie, roule sur un chemin de fer perpendiculaire aux voies parallèles que l'on veut desservir. Les rails fixés sur le chariot se trouvent dans le même plan que les voies. La voi-

ture ou la machine à transporter d'une voie sur une autre est placée sur ce chariot.

Chariot à fosse profonde. — La figure 148 représente un chariot destiné à manœuvrer des wagons. Les rails sont fixés sur une plate-forme en bois qui repose, par l'intermédiaire de coussinets et de boîtes à graisse, sur deux essieux portant chacun deux ou trois roues; la voie de service sur laquelle marche ce chariot est établie au fond d'une fosse creusée au travers des voies à desservir, et dont la largeur est égale à celle du chariot.

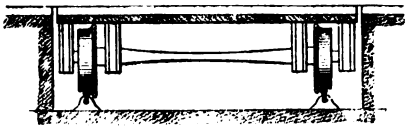


Fig. 148.

Avec un chariot de ce genre, la profondeur de la fosse est égale au rayon des roues augmenté de la distance de l'axe des essieux à la face supérieure des rails.

Chariot à fosse de petite profondeur. — On peut réduire aisément cette profondeur à 20 centimètres, en suspendant les longe-

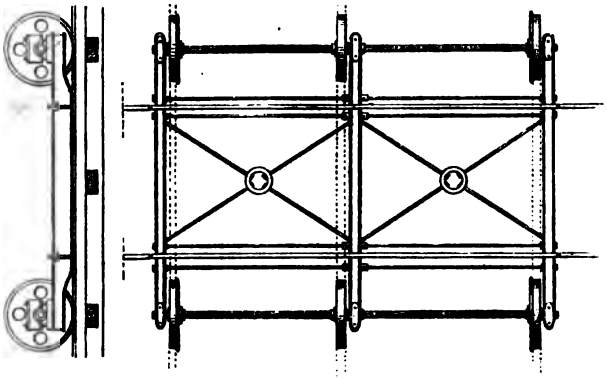


Fig. 149.

rons aux essieux, comme cela est indiqué dans la figure 149.

Pour transporter les locomotives, on emploie des chariots dis-

posés comme les précédents; seulement, pour rendre la manœuvre plus facile, on ajoute à l'un des essieux au moins un levier à déclic (fig. 150), au moyen duquel on fait tourner cet essieu. Toutefois dans les remises, où l'on déplace souvent les machines, on a souvent préféré les plaques tournantes, quoique plus coûteuses, parce qu'elles sont plus faciles à manœuvrer. On fait usage plus volontiers de chariots dans les ateliers de montage.

Fig. 150.

Chariot mû par la vapeur. — On fait depuis quelque temps usage, dans les ateliers du Nord et de l'Ouest, de chariots de service mus par la vapeur. A cet effet, on a placé sur le plancher du chariot, au chemin du Nord, une petite locomobile, qui imprime le mouvement à l'appareil. Au chemin de l'Ouest, on a construit une petite machine spéciale qui met le chariot en marche au moyen d'une chaîne fixe reposant au fond de la fosse. Ces deux appareils fonctionnent bien, et on paraît en être très-content.

Au chemin de l'Ouest, la machine au repos sert à chauffer un bain de potasse dans lequel on nettoie les pièces grasses qu'il fallait autrefois nettoyer au sable.

Chariot sans interruption de voie. — On peut, sans inconvénient, interrompre ainsi les voies et creuser des fosses dans les remises ou les ateliers; mais il n'est pas possible de couper les voies principales. On se sert, pour ces voies, de chariots d'une autre espèce qui permettent de les conserver intactes.

Chariot hydraulique. — Parmi ces chariots, nous citerons le chariot dit *hydraulique*, employé d'abord sur le chemin de Bristol, et imité sur le chemin de Saint-Germain (gare de Saint-Germain).

Ce chariot roule sur une voie transversale V (fig. 151), dont le niveau est de quelques millimètres plus élevé que celui des voies de départ, d'arrivée et de remisage. Cette voie transversale est interrompue à l'intersection des rails des voies longitudinales pour donner passage aux bourrelets des roues. Le chariot passe sur ces lacunes en roulant sur le rebord de ses roues, qui reposent alors

sur les rails des voies longitudinales. A cet effet, ce rebord est plat (fig. 152, 153), au lieu d'être circulaire, comme dans les véhicules ordinaires des chemins de fer.

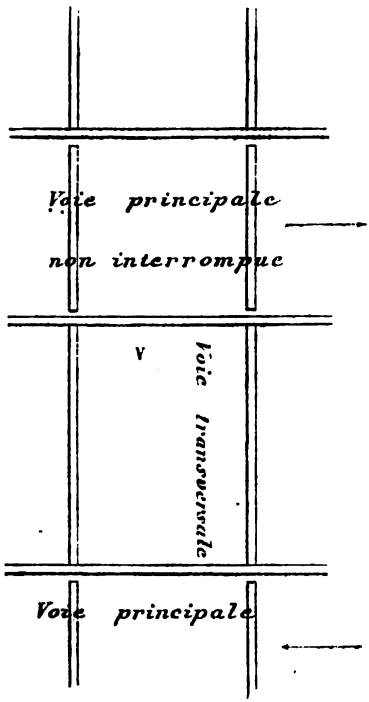


Fig. 151.

Le chariot porte une bâche remplie d'eau et des pompes au moyen desquelles on peut refouler cette eau dans des cylindres verticaux. Ces cylindres sont munis de pistons dont la tige verticale se termine par une espèce de crosse. La voiture, roulant sur l'une des voies longitudinales, est amenée au-dessus du chariot hydraulique, de manière que ses essieux se trouvent exactement au-dessus des crosses.

Les ouvriers, faisant agir les pompes, soulèvent les pistons, et, par l'intermédiaire des crosses et des essieux, la voiture tout entière se trouve élevée jusqu'à ce que les boudins de ses roues puissent passer au-dessus des rails; ils font alors rouler le chariot et l'amènent vis-à-vis de la voie sur laquelle la voiture doit être

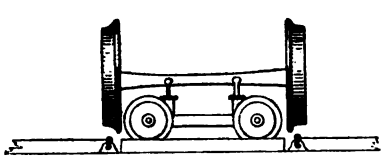


Fig. 152.

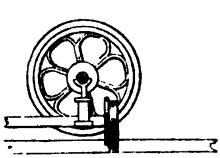


Fig. 153.

transportée, laissent écouler l'eau des cylindres dans la bâche, et déposent ainsi la voiture sur les rails de cette voie.

Avec le chariot hydraulique les voies principales ne sont pas in-

terrompues : il peut donc remplacer sans inconvénient les plaques tournantes établies sur ces voies dans les gares à voyageurs, mais seulement pour la manœuvre des wagons.

Chariot de Lyon. — Il existe au chemin de fer de Lyon, dans la remise de voitures de la gare de Paris, un chariot de service qui jouit du même avantage que le chariot hydraulique.

La figure 154 représente la coupe, en travers, de cet appareil. A A est un grand cadre rectangulaire en fonte, supporté par six galets G G montés trois par trois sur deux arbres *a a*.

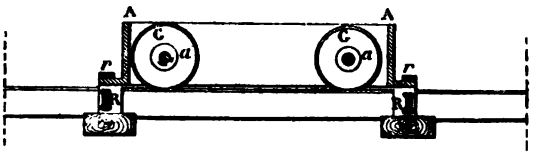


Fig. 154.

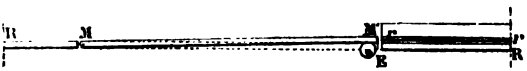


Fig. 155.

Ces galets roulent sur une voie transversale semblable à celle du chariot hydraulique, mais composée de trois files de rails ; *r r* sont deux rails en fer plat boulonnés sur une nervure venue de fonte à la partie inférieure des deux longs côtés du cadre; ces rails correspondent à ceux R R des voies principales, et ne sont élevés que de 4 à 5 centimètres au-dessus de ces derniers.

Pour faire monter une voiture sur ce chariot ou pour la faire descendre, on forme un plan incliné avec une portion des voies principales (fig. 155). A cet effet, les rails M M', qui avoisinent le chariot, sont mobiles autour d'axes horizontaux M placés à 6 mètres de ce chariot. L'extrémité M' de ces rails repose sur des excentriques E, et, suivant que les rails mobiles occupent la position M M' ou celle M E, la voie principale se raccorde avec celle du chariot ou avec son propre prolongement. Les deux excentriques d'une même voie sont calés sur un arbre unique que l'on manœuvre au moyen d'un levier.

Quoique fort ingénieux, ce système ne s'est pas répandu, parce qu'il exige, pour chaque voie, deux rails mobiles et leur méca-

nisme, appareils coûteux qui, dans bien des circonstances, rendraient l'emploi des plaques tournantes plus économique.

Chariots anglais. — Nous avons remarqué à l'Exposition universelle de Londres et sur quelques lignes anglaises de nouveaux chariots qui ont beaucoup d'analogie avec celui que nous venons de décrire, sans être d'un prix aussi élevé.

Chariot Dünn. — Le chariot de Dünn, représenté dans la figure 155, se compose d'un cadre en tôle dont les rails *r r* sont disposés comme ceux du chariot du chemin de Lyon. Ce cadre repose sur 12 galets *g g* à jante cylindrique montés sur quatre arbres parallèles, et par leur intermédiaire sur six files de rails plats à deux rebords saillants formant ainsi une gouttière dont le fond est au niveau de la voie principale.

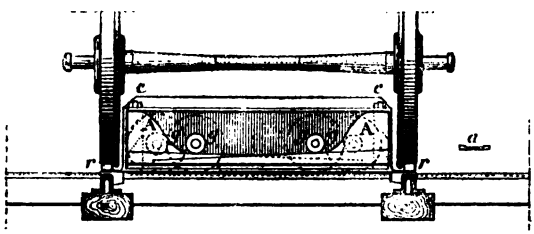


Fig. 156.

Les plans inclinés A A, qui raccordent les rails de ces deux voies, font partie du chariot; ils sont fixés en *e e* contre les petits côtés du cadre par l'intermédiaire de charnières verticales dont les joints sont héliçoïdaux. Quand les plans inclinés sont placés dans le prolongement des rails, leurs extrémités libres reposent sur ces rails; mais, si on les ramène contre les petits côtés du cadre, ils se relèvent, par suite de la forme particulière de la charnière, à une hauteur telle, qu'ils ne gênent plus le mouvement de translation du chariot. La longueur des plans inclinés est de $1^m,20$, la hauteur qu'ils rachètent de $0^m,04$.

Chariot du chemin de l'Est. — Au chemin de l'Est, on a supprimé les rails mobiles, trop sujets à se déranger, et on a taillé en biseau les rails qui portent le chariot. Malgré la petite saillie de ces

rails sur ceux de la voie principale, les ouvriers poussent facilement les wagons sur le chariot de service.

On emploie enfin, depuis quelque temps, au chemin de fer de l'Ouest (français), dans la gare de Paris, un chariot système Dünn, représenté figure 157, dont la disposition nous paraît supérieure à celle des précédents chariots.

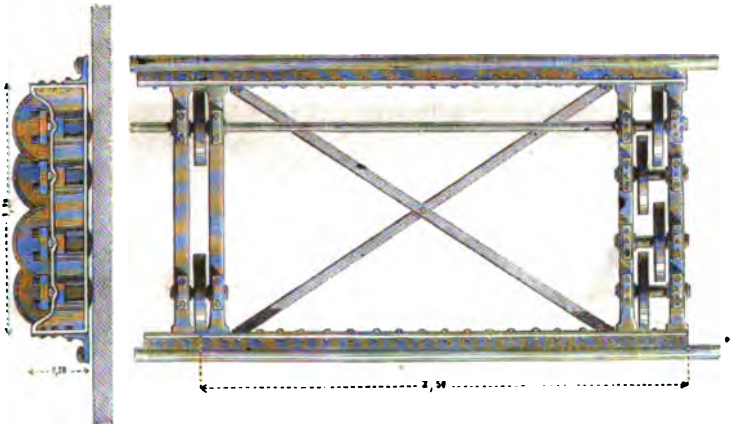


Fig. 157.

Chariot de l'Ouest. — A l'extrémité des voies, dans les gares de tête au chemin de l'Ouest, on pose à côté des rails une espèce de contre-rail dont les figures 158 et 159 sont les coupes transversale et longitudinale. Le wagon destiné à être placé sur le chariot est

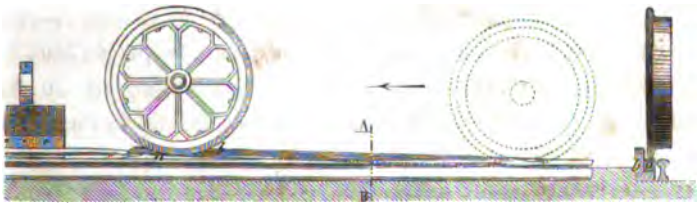


Fig. 158. Fig. 159.

poussé dans l'ornière formée par le rail et le contre-rail. Là il monte sur un plan incliné qui le conduit sur le chariot et est main-

tenu latéralement sur ce plan incliné par les deux saillies formant contre-rails (figures 160 et 161).

Dans les parties du chemin où la voie n'est pas interrompue et sur lesquelles les wagons passent quelquefois sans monter sur le chariot de service, les contre-rails sont mobiles, comme le montre la figure 162. On ne les approche du rail fixe que dans le cas où on doit faire usage du chariot.

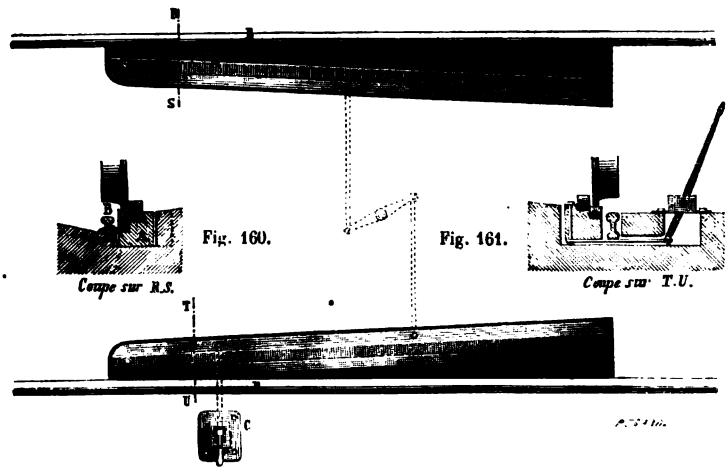


Fig. 162.

Chariot des chemins suisses. — Dans quelques gares des chemins de fer de Suisse, on a facilité la manœuvre des chariots Dünn en plaçant un treuil à l'une des extrémités de la voie du chariot. Ce treuil commande une chaîne de Galles sans fin placée sous les rails des voies de service et qui s'attache à une flasque fixée au chariot; les rails sont interrompus sur quelques centimètres seulement pour le passage de cette flasque.

Chariot des chemins allemands. — En Allemagne, MM. Benkiser construisent des chariots particuliers présentant une disposition particulière pour permettre aux roues de s'élever de la quantité nécessaire. Cette disposition consiste dans l'emploi de fourrures effilées fixées aux extrémités du chariot. Les fourrures sont mainte-

nues relevées par des contrepoids lorsqu'elles ne portent pas de charge.

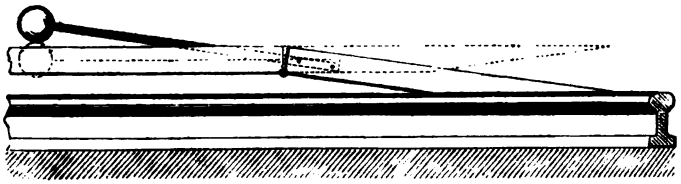


Fig. 163.

L'usage des chariots de service, adopté sur un grand nombre de chemins de fer en Allemagne, se répand aujourd'hui beaucoup sur les chemins de fer français.

Au chemin de fer de l'Est, un chariot établi depuis peu de temps dans la gare de Strasbourg fait un excellent service. Il remplace avec avantage quatre grandes plaques tournantes.

GRUES HYDRAULIQUES.

Les grues hydrauliques sont des appareils destinés à conduire l'eau d'alimentation des machines dans les tenders.

Ancienne grue à bras mobile. — Anciennement elles étaient entièrement métalliques; elles se composaient de deux tuyaux concentriques verticaux, dont l'un, celui placé à l'intérieur, était mobile autour de son axe, et portait à sa partie supérieure un prolongement horizontal en forme de bras de grue, qui d'ordinaire était dirigé dans le sens de la voie à desservir, mais qui, pour alimenter, devait être tourné d'équerre sur cette voie (figure 164).

Grue avec boyau en toile. — Aujourd'hui un simple boyau en toile ou en cuir, s'adaptant sur une tubulure venue de fonte au sommet d'une colonne fixe, remplace cet appareil compliqué et dispendieux (figure 165).

Une conduite d'eau souterraine fait communiquer d'habitude le pied de la grue avec le réservoir d'eau d'alimentation. L'écoulement

de l'eau est interrompu à volonté par une soupape ou un tiroir manœuvré au moyen d'une vis. Anciennement, une manivelle ou un simple levier servait à manœuvrer l'obturateur; mais, comme par ces moyens le mouvement des eaux était arrêté brusquement dans la conduite, il en résultait des chocs (*coups de bélier*) qui provoquaient des ruptures fréquentes dans cette conduite.

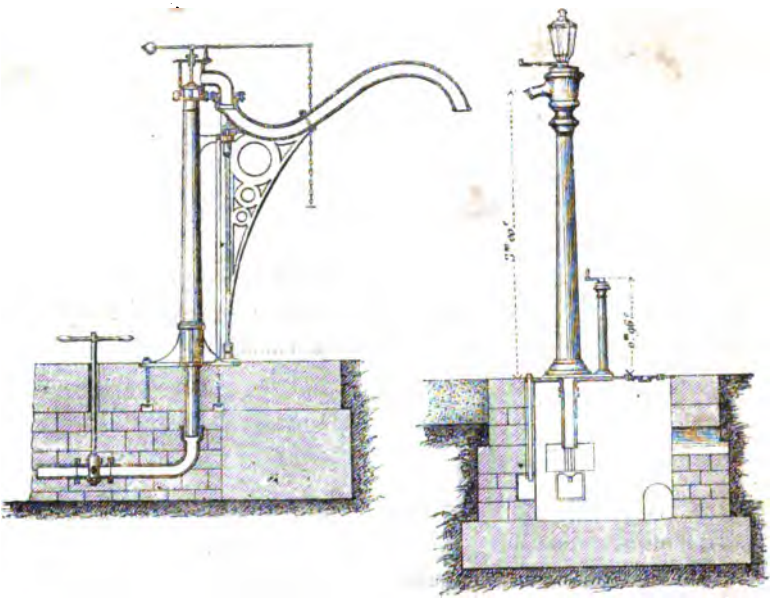


Fig. 164. Fig. 165.

Grue réservoir. — Avec ces appareils, dès que la longueur de la conduite atteint une centaine de mètres, il faut un temps assez long, cinq minutes environ, pour remplir un tender. Sur les lignes qui sont parcourues par des trains à très-grande vitesse, un arrêt de cette durée serait trop considérable. On a été conduit ainsi à remplacer des grues simples par des colonnes cylindriques très-élevées contenant une quantité d'eau suffisante pour remplir un tender (5 mètres cubes environ). Ces réservoirs s'alimentent facilement entre le passage des trains; mis en communication avec le tender, ils le remplissent presque instantanément. En général ils

sont munis d'un calorifère qui permet de chauffer l'eau d'alimentation avec des combustibles de rebut (fig. 166, 167).

Ces grues hydrauliques à réservoir ont été employées pour la

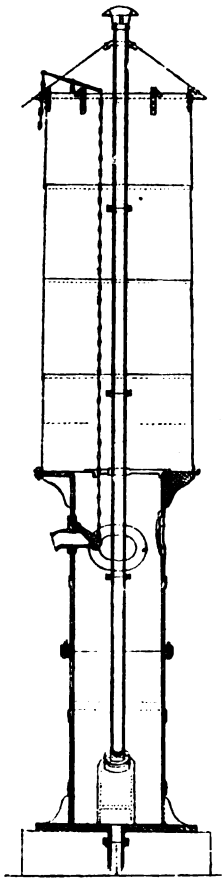


Fig. 166.

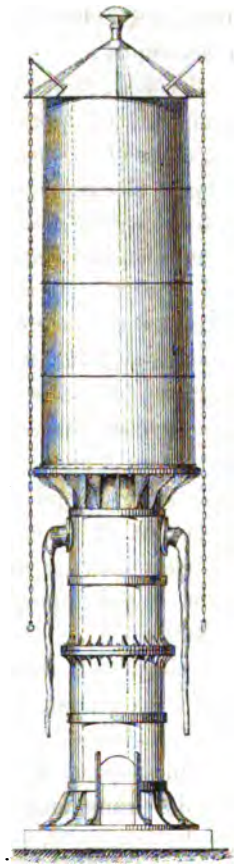


Fig. 167.

première fois sur le chemin de fer du Nord d'après les plans fournis par M. Alquié.

SIGNAUX FIXES.

On se sert, pour signaler l'état de la voie et la nature des obstacles qui pourraient l'obstruer, d'appareils de différentes natures, aériens ou électriques.

Parmi ces derniers, nous ne citerons que le trembleur électrique d'un usage général à l'approche des stations, et le signal Vérité, essayé en ce moment au chemin du Nord.

La télégraphie électrique est une science distincte qui doit faire l'objet d'un traité spécial. Les signaux fixes qui seront décrits dans ce chapitre sont placés à l'entrée des stations, aux points de bifurcation et à l'approche des souterrains ou même de quelques passages à niveau très-fréquentés, pour indiquer au mécanicien s'il peut continuer sa marche ou s'il doit s'arrêter.

Ces signaux se composent généralement d'un mât ou d'une colonne surmontée d'un disque peint en rouge (fig. 168). Ce disque peut tourner autour d'un axe vertical, de manière à présenter aux trains sa face rouge, ce qui signifie *arrêt*, ou son champ, ce qui indique que la voie est libre. Les signaux sont composés quelquefois d'un système d'ailettes qui, placées en croix, commandent le ralentissement, et qui, superposées, permettent le parcours à toute vitesse (fig. 169).

De nuit, le disque est remplacé par une lanterne à feu rouge, les ailettes en croix par un feu vert; un feu blanc indique que le train peut passer en toute sécurité.

On place toujours, aux abords de chaque station, un disque-signal du côté des trains montants et un autre du côté des trains descendants. La distance de ces disques à la station doit être d'autant plus grande qu'il est plus difficile d'arrêter le train. Lorsqu'on marchait à des vitesses qui ne dépassaient pas 50 à 60 kilom. à l'heure, les disques étaient à une distance de 500 à 600 mètres. Depuis qu'on atteint avec les machines Crampton des vitesses de marche de 75 à 80 kilom., on place les disques à 800 mètres au moins. Cette distance doit d'ailleurs varier selon la configuration de la ligne qui permet aux mécaniciens d'apercevoir le disque à

une distance plus ou moins grande, et aussi selon la disposition du profil longitudinal du chemin de fer aux abords de la station.

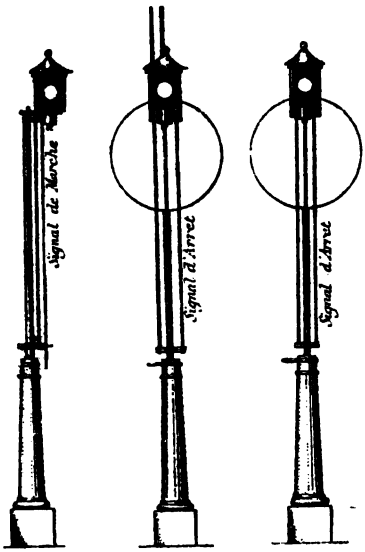


Fig. 168.

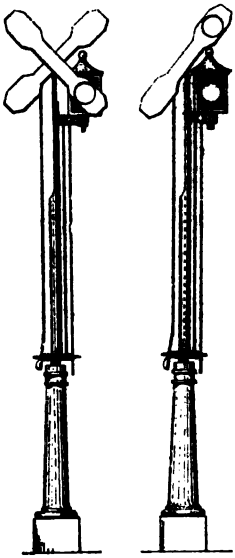


Fig. 169.

Anciennement la lanterne était fixée au disque, qui, placé parallèlement à la voie, présentait à la station et au mécanicien deux feux blancs, par les verres latéraux de la lanterne. Le disque étant tourné perpendiculairement à la voie, la lanterne présentait son feu rouge à la machine. Ce feu annonçait au mécanicien une cause d'arrêt; mais le mouvement de rotation imprimé au disque faisait presque toujours monter l'huile avec trop de violence, et la lanterne s'éteignait.

Pour obvier à cet inconvénient grave, la lanterne est aujourd'hui, sur la plupart des chemins de fer, placée sur un appareil indépendant du disque, et reste immobile quand celui-ci tourne. La lanterne ne porte que deux feux blancs, constamment parallèles à la voie; le disque est percé d'un trou garni d'un verre rouge, et muni d'un appendice portant un verre bleu. Parallèle à la voie, ce disque laisse voir au mécanicien le feu blanc si la voie est libre

(fig. 170 et 171); perpendiculaire, il a, dans son mouvement de rotation, placé le verre rouge dont il est garni devant la lanterne (signal d'arrêt pour la machine) et entraîné le verre bleu. La lanterne, dans ce cas, ne présente plus, du côté de la station, qu'un verre blanc qui indique au chef de gare que le disque est à l'arrêt.

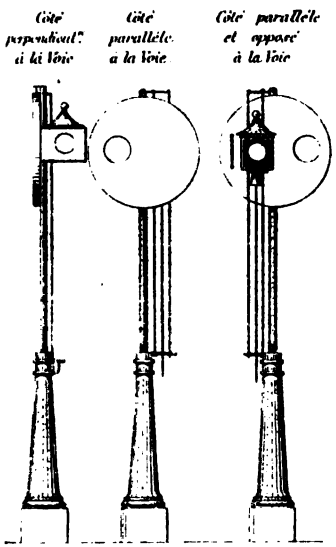


Fig. 170.

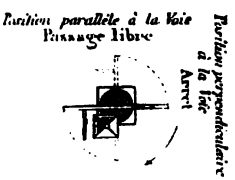


Fig. 171.

La fig. 172 représente le disque de Lyon, construit sur ce principe.

La manœuvre des signaux se fait à distance, au moyen de leviers et de fils de fer. La communication de mouvement se fait de la manière suivante. A la partie inférieure de l'arbre du disque se trouve une équerre dont l'extrémité est fixée au milieu de la longueur d'une petite chaîne; à l'un des bouts de cette chaîne on attache le fil de transmission, tandis que l'autre bout est relié à la petite branche d'un levier coudé, dit levier de rappel, dont la grande branche est armée d'une lentille ou contre-poids. Ce contre-poids, en descendant, fait tourner le disque au moment où on lâche le fil de transmission.

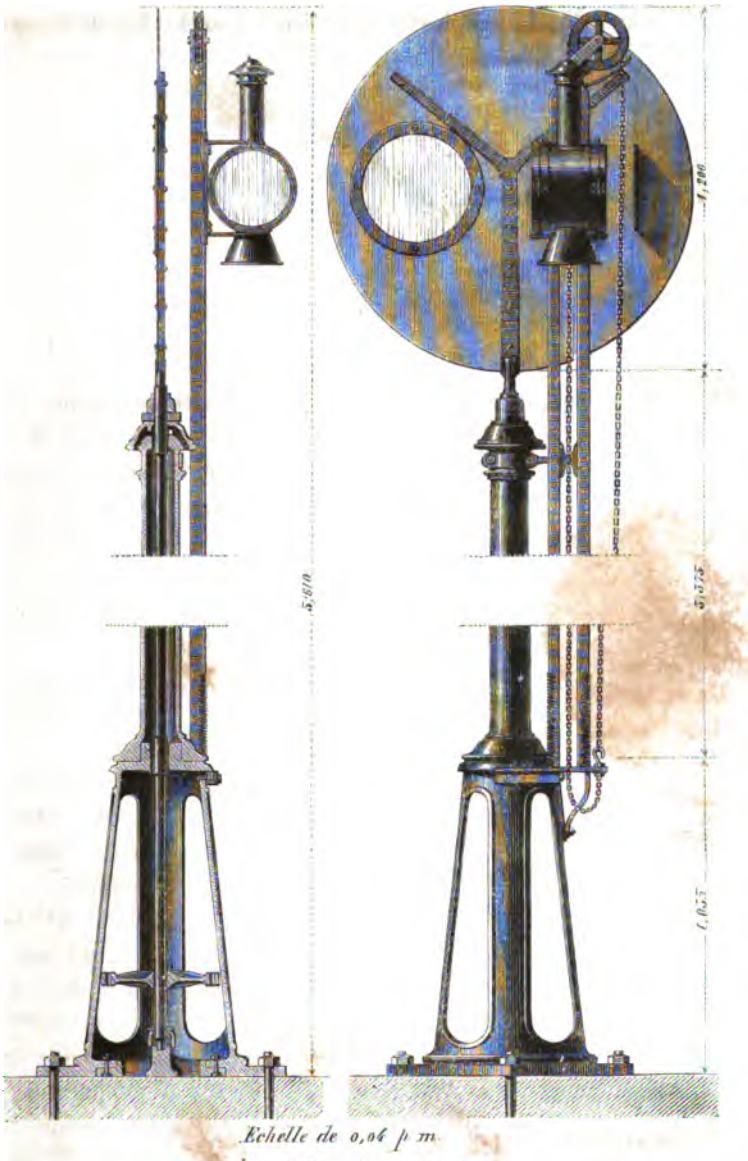


Fig. 172. — Disque de Lyon.

Dans les anciens appareils, le fil de transmission était fixé, du côté de la station, à un levier ordinaire à lentille (fig. 173), qui

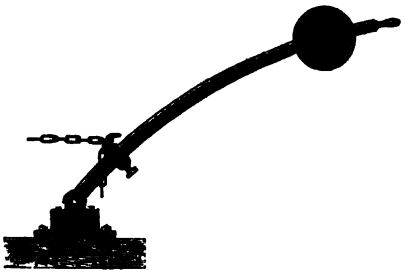


Fig. 173. — Levier ordinaire à lentille.

constituait l'appareil de manœuvre. Mais les variations de température exercent une influence très-grande sur la longueur du fil de transmission. On pouvait, il est vrai, raccourcir ou allonger le fil, et, par conséquent, en régler la tension au moyen d'une chaîne que l'on attachait au levier de manœuvre à l'aide d'un crochet. Mais ce moyen était imparfait, et souvent le fil, n'étant pas convenablement tendu, ne pouvait faire décrire au disque sa révolution tout entière, et quelquefois ne le déplaçait même pas.

Pour remédier à ce grave inconvénient, on a imaginé un grand nombre d'appareils à compensation. Nous nous bornerons à décrire les appareils qui sont le plus généralement employés.

Dans la seconde édition du *Traité élémentaire*, nous avons fait mention de signaux qui étaient, au moment de sa publication, essayé sur les chemins de fer de l'Est. Ces signaux étant aujourd'hui abandonnés, nous n'avons pas cru devoir les reproduire,

Manœuvre de Lyon (fig. 174 et 175). — L'extrémité du fil, du côté du levier de manœuvre, se termine par une chaîne *a*, qui passe sur une poulie *b*, à axe horizontal, et descend verticalement dans un tube en fonte *c*. Un contre-poids *d*, placé dans ce tube, est attaché à la chaîne. Lorsque le levier de manœuvre est levé, la chaîne en est indépendante et le fil peut obéir aux variations de température; tout le fil de transmission est alors, sauf les frottements, soumis à la tension constante déterminée par le contre-poids *d*. Cette tension doit être inférieure à celle du levier de rappel.

L'indépendance de la chaîne et du levier de manœuvre levé est obtenue ainsi : le levier porte, à l'extrémité de sa plus petite branche, une pièce évidée en acier, dans laquelle passe la chaîne; la

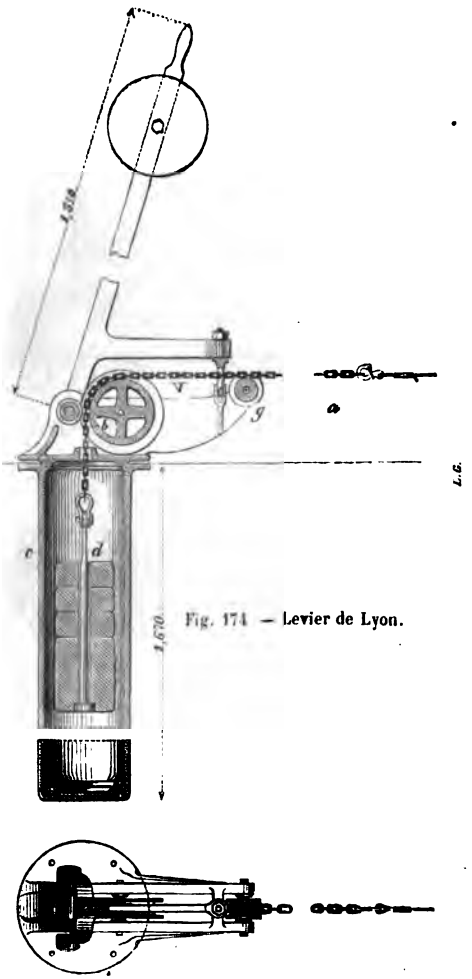


Fig. 174 — Levier de Lyon.

section intérieure de cette pièce est circulaire en haut, et se termine en bas par deux mâchoires en forme de V.

Lorsque le levier est levé, ce qui correspond à la voie libre,

cette pièce se place de telle sorte que la chaîne passe librement dans le cercle supérieur.

Lorsqu'on abaisse le levier pour fermer la voie, la pièce se relève d'abord verticalement, et la chaîne, serrée par le V, forme aussitôt corps avec le levier qu'elle suit dans ses mouvements.

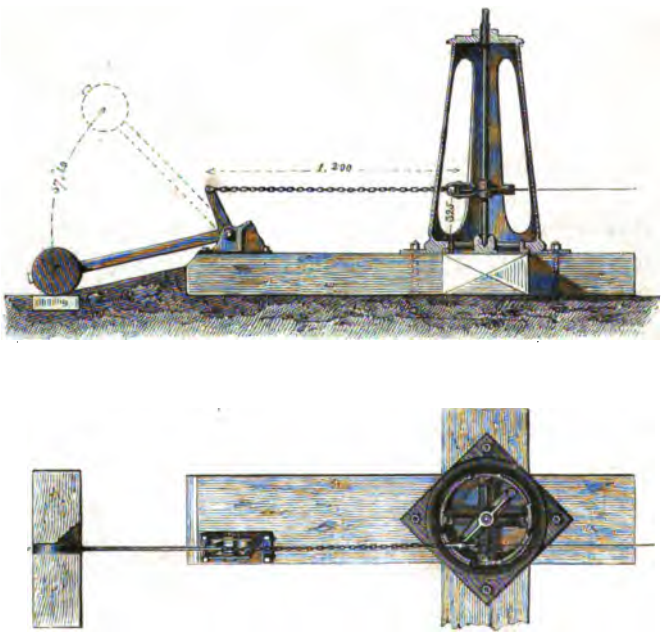


Fig. 175. — Contre-poids de Lyon.

Lorsque le levier est ramené à sa première position, la chaîne, tendue sur les deux poulies *b* et *g*, se dégage du V et se trouve de nouveau indépendante du levier.

La position relative des axes du levier et de la poulie *b* est telle, que, pendant la manœuvre, le contre-poids *d* ne varie pas sensiblement de hauteur.

Manœuvre Robert (fig. 176). — La chaîne *a*, qui termine le fil, s'enroule sur un tambour *b*, auquel elle est fixée, et supporte un contre-poids *d* placé, comme précédemment, dans un tube en fonte *c*. Le levier de manœuvre *e* s'articule en *g* avec un manchon

qui est fou sur l'arbre du tambour; il porte en *h* une dent qui, par le mouvement latéral du levier, peut venir s'engager entre les dents d'une roue d'engrenage *i*, faisant corps avec le tambour,

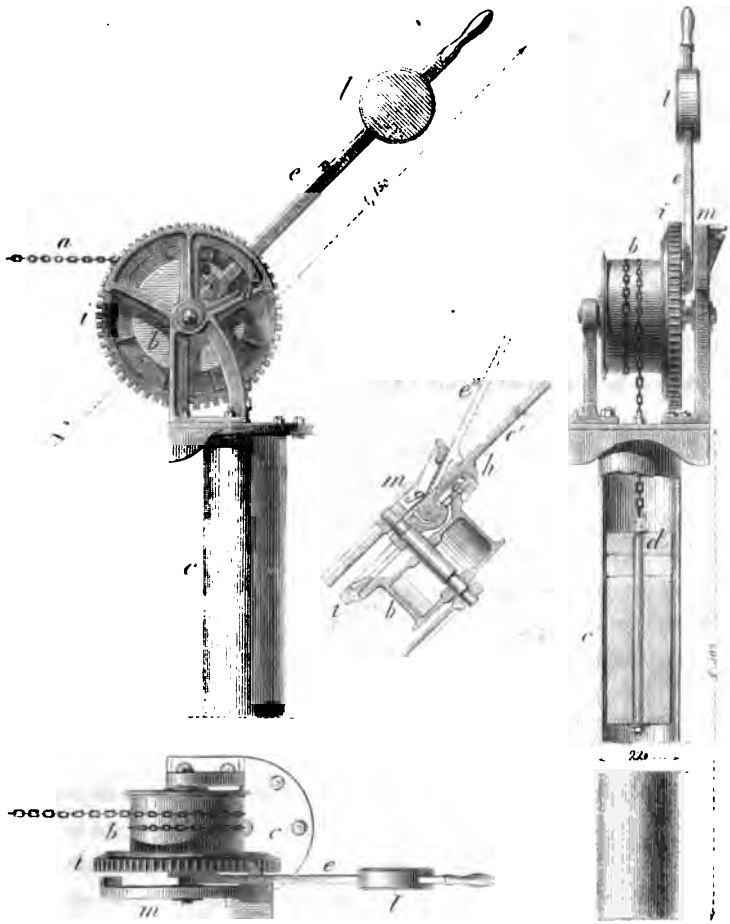


Fig. 176. — Manœuvre Robert.

comme on le voit en *e'*; lorsque au contraire le levier occupe la position *e''*, il est complétement indépendant du tambour.

Lorsque le disque est effacé, le levier du mécanicien est débrayé, et le contre-poids *d* agit par tout son poids, qui doit être suffisant

non-seulement pour tendre le fil, mais encore pour maintenir soulevé le contre-poids de rappel du disque; dans cette position, le fil peut se rallonger ou se raccourcir librement, selon les variations de température.

Pour tourner le disque à l'arrêt, on embraye la dent du levier, en donnant à celui-ci, par un mouvement latéral, la position *e'*; puis on fait tourner le tambour de manière à lâcher le fil de manœuvre, et le disque peut obéir à l'action du levier de rappel.

Dans ce mouvement, le levier est guidé par une flasque *m* qui l'empêche de débrayer, et il est maintenu, à l'extrémité de sa course, malgré l'effort du contre-poids *d*, par la lentille *l*, qui, dans cette position, agit en sens contraire dudit contre-poids.

Pendant la manœuvre d'arrêt, le contre-poids *d* est soulevé d'une hauteur égale à la course du fil.

Nouvelle manœuvre de l'Est (fig. 177). — La chaîne *a* passe sur une poulie *b* supportée par le levier de manœuvre, et se termine par un contre-poids *d*, placé dans un tube vertical en fonte *c*.

Le contre-poids est calculé, comme dans l'appareil Robert, pour tendre le fil et maintenir soulevé le levier de rappel du disque.

Au couvercle du tube *c* est fixée une pièce en acier V dont la forme est analogue à celle du crochet qui termine le levier de la manœuvre de Lyon.

Lorsque le levier de manœuvre est abaissé, la chaîne passe librement dans la partie circulaire de la pièce V, et peut obéir aux variations de température; cette position du levier correspond au disque effacé.

Pour tourner le disque à l'arrêt, on soulève le levier de manœuvre; la poulie *b*, en se déplaçant, entraîne la chaîne, dont la partie verticale vient aussitôt s'engager dans la fourche de la pièce V; à partir de ce moment, le contre-poids *d* n'agit plus, et, en continuant le mouvement du levier, on lâche le fil d'une quantité suffisante pour que le disque obéisse à son contre-poids de rappel.

En rabattant le levier de manœuvre pour effacer de nouveau le disque, on exerce sur le fil une tension croissante qui soulève le levier de rappel, et l'on débraye enfin la chaîne, qui revient à sa première position.

On remarquera que, dans la manœuvre, le contre-poids *d* ne varie pas sensiblement de hauteur.

Cet appareil a été imaginé par M. Guillaume, ingénieur du matériel fixe aux chemins de fer de l'Est.

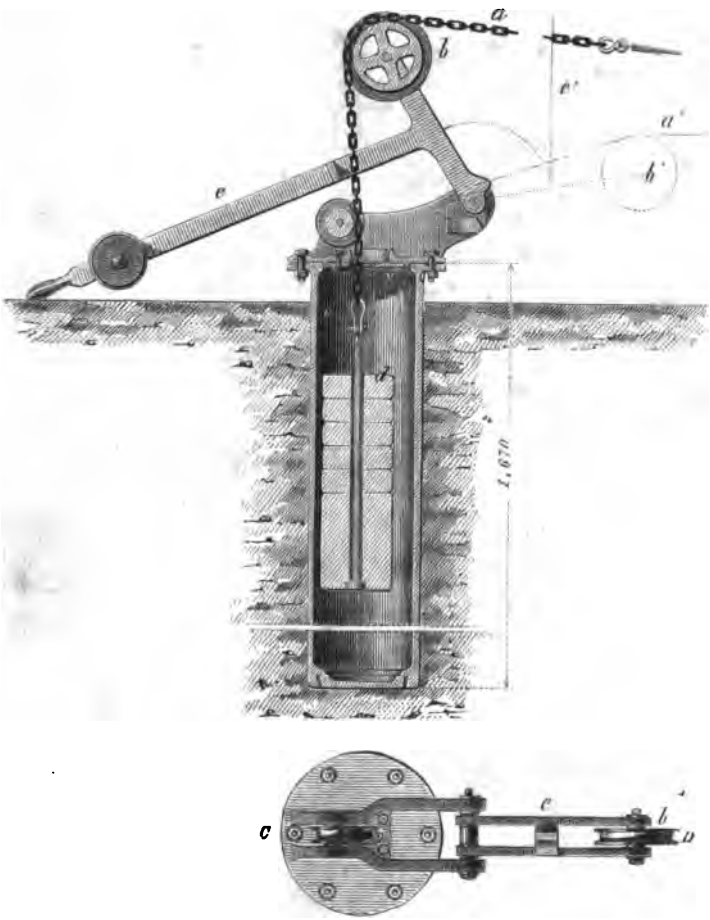


Fig. 177. — Nouvelle manœuvre de l'Est.

En comparant ces trois systèmes, nous arrivons aux résultats suivants :

Sur presque tous les chemins de fer, on a adopté en principe

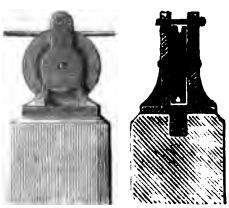
que la rupture accidentelle du fil de transmission devait avoir pour effet de faire tourner le disque à l'arrêt. La manœuvre de Lyon ne présente pas cette disposition, qui a été conservée, au contraire, dans les deux autres systèmes.

Dans l'appareil Robert, la marche ascensionnelle du contre-poids, pendant la manœuvre d'arrêt, rend inutile pour la dilatation une partie du tube, et augmente considérablement l'effort à vaincre; en outre, si la position du contre-poids est mal réglée, celui-ci peut venir frapper le couvercle du tube et s'opposer ainsi à la manœuvre. Les manœuvres de Lyon et de l'Est ne présentent pas le même inconvénient.

Enfin, lorsque le disque doit être maintenu très-longtemps à l'arrêt, ce qui arrive principalement sur les lignes où l'exploitation est faite sur voie unique, un allongement du fil pourrait effacer partiellement le disque de Lyon, et n'aurait pas d'influence sur les deux autres appareils.

La nouvelle manœuvre de l'Est semble donc satisfaire à toutes les conditions; toutefois l'expérience est trop récente pour que nous puissions nous prononcer définitivement à cet égard.

Transmission. — On emploie en général, pour la transmission, du fil de fer de $0^m,004$, peint en blanc ou mieux galvanisé. Il est très-important que ce fil soit posé avec un grand soin, pour diminuer, autant que possible, la résistance aux mouvements du disque.



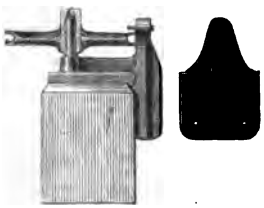


Fig. 178. — Poulies de support et de renvoi. — Fig. 179.

Au chemin de fer de Lyon, le fil de transmission est soutenu de 15 mètres en 15 mètres, dans les alignements droits, au moyen de petites poulies à axe horizontal de $0^m,06$ de diamètre de gorge (fig. 178). Dans les courbes, on emploie des poulies à axe vertical montées sur pointes, de $0^m,12$ de diamètre (fig. 179).

Lorsque le fil doit éprouver un changement brusque dans sa direction, il est remplacé par un bout de chaîne qui se place dans la gorge d'une poulie à axe vertical de $0^m,40$ de diamètre (fig. 180).

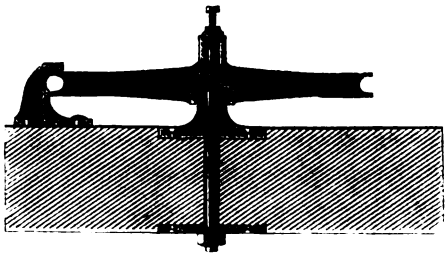


Fig. 180.

Au chemin de fer de Lyon, on a trouvé que pour des transmissions posées en courbes de 300, 600, 900, 1,200 mètres, ou en

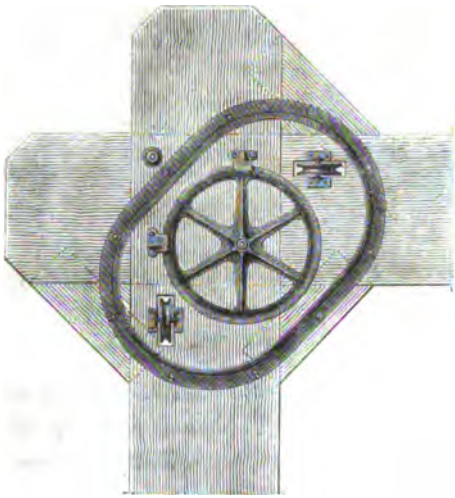


Fig. 181.

ligne droite, la résistance par 1,000 mètres était de $6^k,97$, $4^k,86$, $4^k,15$, $3^k,77$, $2^k,68$. Pour chaque renvoi d'équerre la résistance serait de $0^k,75$.

Pour le disque et son levier de rappel, le frottement déterminerait une résistance d'environ 5 kilogr.

Sur quelques lignes on a fait usage de transmissions à deux fils; de cette manière, on supprime le levier et le contre-poids de rappel, mais on augmente beaucoup, surtout en courbe, la résistance de la transmission.

Disque Limouse. — A l'Ouest suisse et au chemin de fer de l'Est français, dans quelques cas particuliers, on a fait usage d'un disque automatique à pédale, qui est tourné à l'arrêt, automatiquement, par le passage de chaque machine ou convoi. Cet appareil, imaginé par M. Limouse, est représenté par la fig. 182.

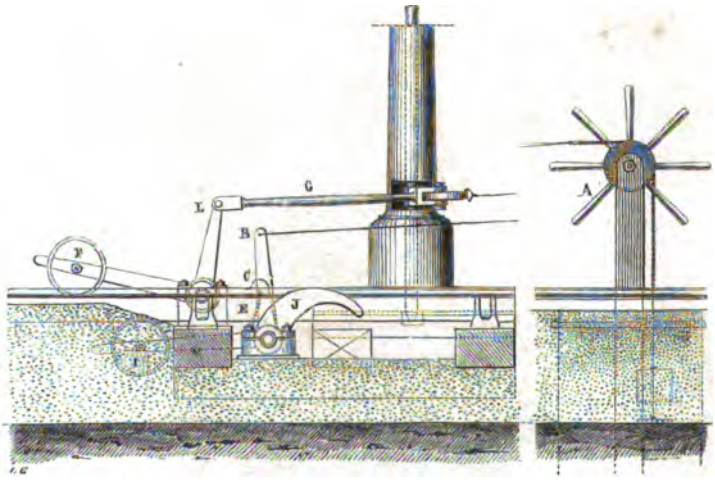


Fig. 182 — Disque Limouse.

Lorsqu'un train ou une machine arrive vers la gare, la première roue rencontre la pédale J, et l'abaisse d'une quantité égale à la saillie du boudin de cette roue; par suite de ce mouvement, le crochet *c*, collé sur l'arbre de la pédale, abandonne la courte branche E du levier à contre-poids F; ce levier entraîne alors, par l'intermédiaire de l'équerre L et de la bielle G, le disque et le fil de transmission qui s'enroule sur le treuil de manœuvre B.

Pour opérer le même mouvement à la main, il suffit d'agir sur l'autre treuil A, dont le fil est attaché, près du disque, à un levier coudé à contre-poids B I, calé sur l'arbre de la pédale.

Quand on veut enfin effacer le disque, on tourne le treuil, et le fil correspondant ramène le disque à sa position initiale, soulève le contre-poids de rappel, et enfin enclanche le crochet de la pédale.

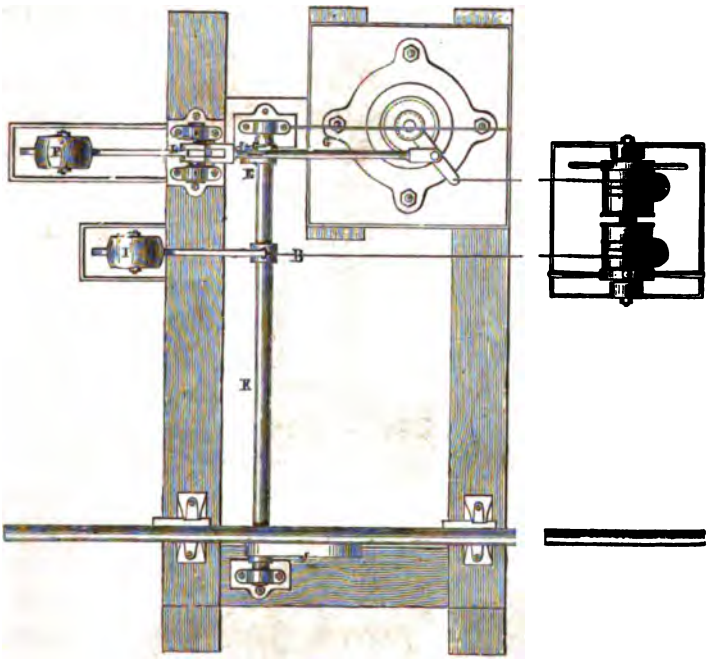


Fig. 185.

Trembleur électrique. — Les disques ne sont pas toujours visibles de la station qu'ils défendent, soit parce qu'ils sont masqués par des obstacles ou la configuration du terrain, soit enfin parce que le brouillard ne permet pas de les apercevoir. Il est cependant très-important que le chef de station puisse avoir la certitude que les signaux sont convenablement faits.

On avait imaginé, à cet effet, de placer, à proximité de l'appareil, un petit disque répétiteur mis en mouvement par un fil venant du disque principal.

Mais on a reconnu que cet appareil ne fonctionnait pas réguliè-

rement, parce que le fil de retour augmentait les frottements à vaincre et que la dilatation de ce fil n'était pas compensée.

On lui a substitué, aujourd'hui, sur toutes les lignes, le répétiteur à sonnerie électrique, imaginé au chemin de fer de Lyon, dit *trembleur électrique*, appareil dont l'emploi a été prescrit par

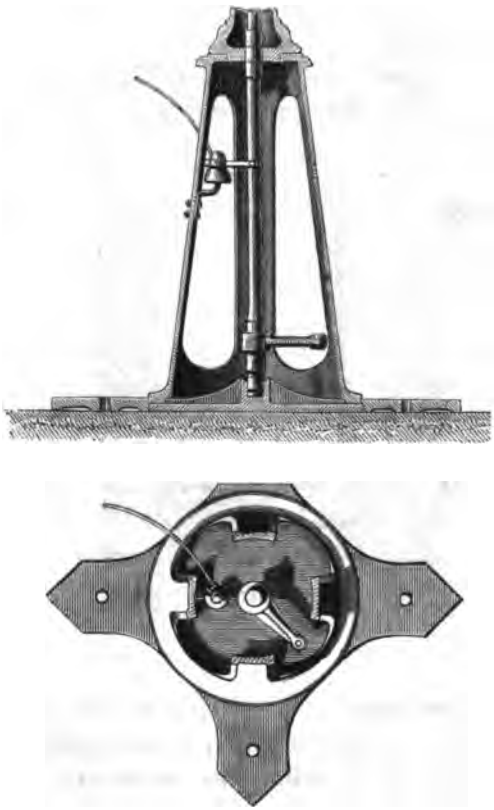


Fig. 184.

une circulaire de M. le ministre des travaux publics. On place, dans le bâtiment de la station, une pile d'une dizaine d'éléments, dont l'un des pôles communique à la terre, et l'autre pôle se raccorde avec un fil isolé aboutissant au disque. Lorsque celui-ci est tourné à l'arrêt, il agit sur un commutateur spécial qui

met le fil de ligne en communication avec la terre, de façon que le courant passe pendant tout le temps que le disque est tourné à l'arrêt, et cesse, au contraire, d'avoir lieu lorsque le disque abandonne cette position.

On est averti de l'état des choses, à la station, par une sonnerie trembleuse engagée dans le circuit et qui tinte tant que la communication du disque est établie.

Il est très-important que le commutateur soit parfaitement isolé, parce que, si le fil de ligne se trouvait en communication permanente avec la terre, la sonnerie tinterait, même lorsque le disque serait effacé, et le répétiteur donnerait ainsi une indication dangereuse.

Le commutateur qui paraît le mieux satisfaire à cette condition est celui des chemins de fer de l'Est, adopté récemment sur toute la ligne du Nord (fig. 184). Une cloche en porcelaine, du modèle des supports employés en Allemagne, porte un collier métallique, à garniture d'argent, auquel est fixé la borne du fil de ligne. L'arbre du disque porte une lame de ressort, terminée par un bouton d'argent qui, dans la position correspondante à l'arrêt, vient appuyer sur le collier et ferme le circuit.— Ce commutateur a été établi sur les indications de M. Guillaume.

Appareil Marqfoy. — M. Marqfoy, ancien élève de l'École polytechnique, inspecteur des télégraphes, est l'auteur d'un disque électrique perfectionné répétant le signal dans les stations. Ce disque paraît digne à tous égards de l'attention des ingénieurs; toutefois, comme il n'a pas encore été employé sur les chemins des environs de Paris, nous nous abstiendrons de le décrire, et nous nous bornerons à renvoyer à un mémoire plein d'intérêt publié par M. Marqfoy ceux de nos lecteurs qui désireraient l'étudier.

Signal Vérité. — Beaucoup d'inventeurs ont imaginé des appareils à signaux automatiques, ayant pour but de maintenir entre les trains consécutifs un intervalle chronométrique, ou mieux encore un intervalle kilométrique. La solution de ce problème présenterait sans doute quelque intérêt, mais la plupart des inventeurs prétendent, par ce moyen, arriver à une grande économie en supprimant les gardes de la voie. Il importe de faire observer que ces

agents ne sont pas seulement chargés de faire aux trains les signaux convenables, ils doivent encore examiner continuellement l'état de la voie, pour s'assurer que toutes les parties qui la constituent sont dans leur état normal, remédier aux dérangements qui pourraient se présenter, s'opposer aux actes d'imprudence ou de malveillance, entretenir les haies et clôtures, etc.

Nous pensons d'ailleurs que l'on ne devrait adopter un appareil automatique quelconque qu'après s'être assuré qu'il ne présente aucune cause de dérangement, parce que les agents sont naturellement portés à compter sur cet appareil, et se trouvent ainsi dégagés d'une partie de leur responsabilité.

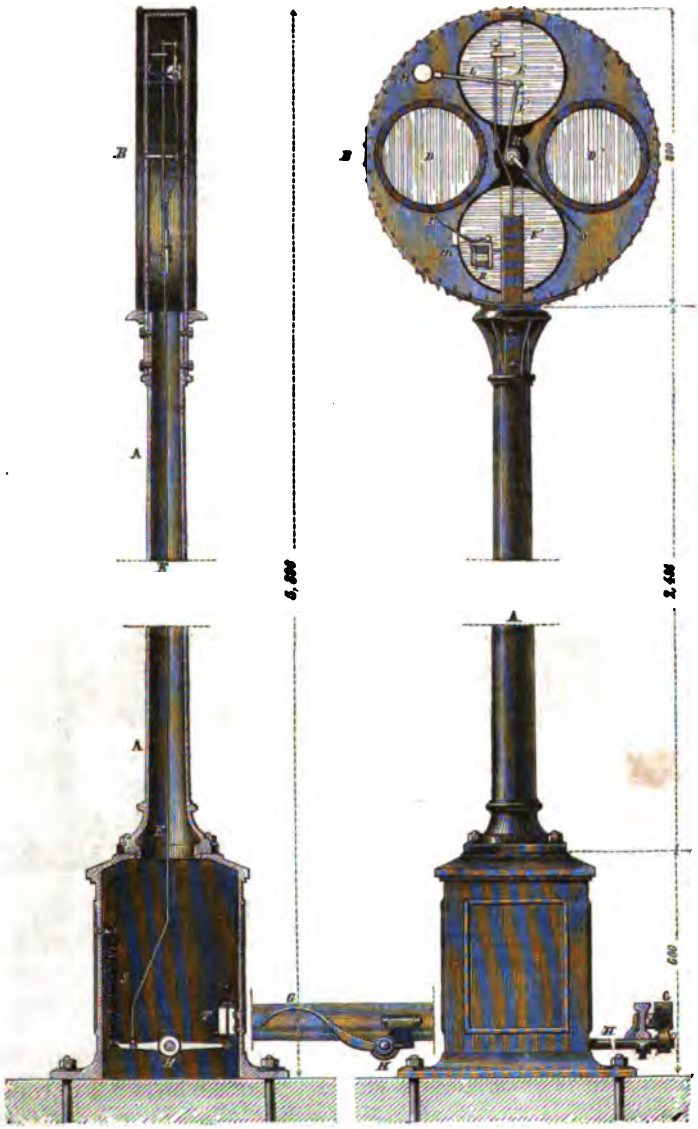
Nous devons constater que, jusqu'à ce jour, on n'est encore arrivé à faire marcher régulièrement aucun signal automatique maintenant l'intervalle des trains. Toutefois, celui qui a été inventé par M. Vérité, de Beauvais, étant essayé en ce moment au chemin du Nord, nous croyons utile d'en donner une courte description.

Le signal se compose (fig. 185) d'une colonne A, portant à son sommet une boîte circulaire fixe B, dont le plan est perpendiculaire à la voie. Chacun des deux fonds de cette boîte est percé, sur un même diamètre horizontal, de deux fenêtres circulaires D et D', fermées par des verres blancs. Deux verres rouges E et E' sont montés sur une pièce qui peut décrire un quart de circonférence autour de l'axe horizontal de la boîte.

Quand ces verres occupent la position verticale, les deux fenêtres du disque laissent passer la lumière blanche, ce qui indique que la voie est libre. Lorsqu'au contraire les verres rouges sont venus se placer devant les fenêtres, le signal indique l'arrêt.

Lorsqu'un train ou une machine passe devant le signal, la première roue appuie sur une pédale G, montée sur un arbre horizontal H; cet arbre entraîne dans son mouvement et abaisse, par l'intermédiaire d'un petit balancier I, une longue tige verticale K qui s'élève, dans l'intérieur de la colonne, jusque dans la boîte.

La tige K se termine, à sa partie supérieure, par une fourchette qui, dans la position normale de cette tige, soutient un levier coudé à axe horizontal L et l'empêche d'obéir à l'action du poids M. Ce levier venant à être abandonné à lui-même, la branche



Echelle de 0,05 p. m.

Fig. 185.

L', qui l'accompagne, pousse la petite cheville N de la pièce porte-verre et oblige cette pièce à décrire un quart de tour; en même temps le doigt O, qui fait corps avec la même pièce, vient s'arrêter derrière la palette P d'un petit électro-aimant R.

Dès que la pédale est abandonnée à elle-même, un ressort à boudin S tend à la ramener à sa première position; mais, si elle y retournait trop rapidement, la masse M serait relevée par la tige K avant que le doigt O eût dépassé la palette de l'électro-aimant, et le porte-verre, abandonné à l'action de la masse de rappel M, reviendrait à la position du signal de marche.

Pour éviter cet inconvénient, le balancier I soulève, dans le mouvement que lui imprime la pédale, le piston d'une pompe à mercure T; ce liquide passe rapidement sous le piston, dont il ralentit le retour en s'écoulant par un orifice de très-petite section.

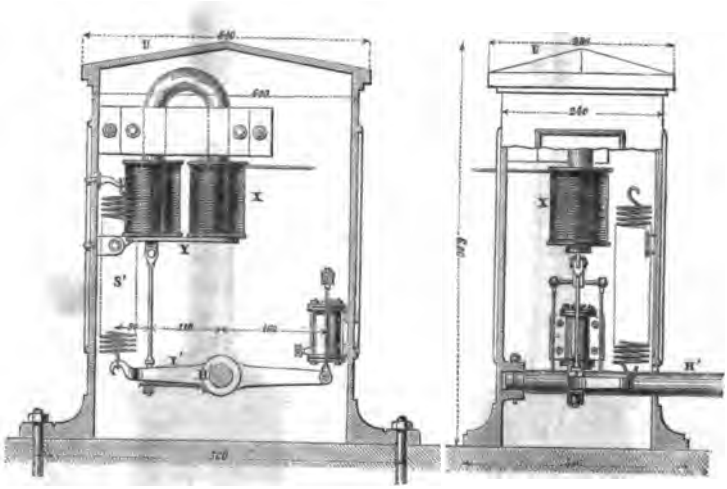


Fig. 186.

Arrivé à une certaine distance du disque, le train rencontre un appareil dont la fonction est d'effacer le signal d'arrêt : il se compose d'une borne U, qui renferme un fort aimant en fer à cheval V, entouré d'une bobine X, dont le fil est en communication avec l'électro-aimant R du disque (fig. 186).

Cet appareil est en communication avec le train par une pédale disposée comme celle du disque. Le balancier I' arrache violemment l'armature Y de l'aimant. Cet effet mécanique détermine, dans la bobine X, et sans qu'une pile soit nécessaire, un courant d'induction qui passe dans l'électro-aimant R; la palette de cet électro-aimant est donc attirée, et elle abandonne le doigt O, de sorte que les diverses parties de l'appareil reviennent à leur position initiale.

Les dispositions fort ingénieuses de ce signal ne suffisent pas encore à en assurer la marche régulière; nous ne pouvons donc en conseiller l'adoption dans son état actuel.

Signaux du Nord. — MM. les ingénieurs du chemin du Nord ont bien voulu, sur notre demande, nous communiquer la note suivante sur les signaux qu'ils emploient :

Lanterne fixe ou mobile. — « Les disques signaux du Nord sont tous à *lanterne mobile*, c'est-à-dire que la lanterne, étant attachée au disque, tourne en même temps que lui.

« Le *Traité élémentaire des Chemins de fer* indique que cette disposition a cet inconvénient que, dans le mouvement de rotation imprimé à la lanterne, celle-ci peut s'éteindre, soit par la précipitation même du mouvement, soit parce que l'huile, projetée avec vitesse, peut monter dans la mèche ou se répandre au dehors.

« Sans vouloir apprécier la valeur de cette objection, nous pouvons dire que nous ne voyons aucun avantage spécial à faire tourner la lanterne; toutefois nous n'y avons pas trouvé de graves inconvénients, et nous avons toujours maintenu cette disposition pour éviter d'avoir recours à M. Bataille, qui, avec plus ou moins de raison, s'est fait breveter pour le principe de la lanterne fixe, pratiqué de tout temps en Angleterre.

« Peut-être pourrait-on appliquer la lanterne fixe autrement que ne le fait M. Bataille; mais ce serait s'engager dans une voie périlleuse; il faudrait probablement courir les chances d'un procès, et, eût-on gain de cause, ce serait toujours beaucoup d'ennui et de temps perdu, deux inconvénients que nous avons trouvés plus graves que celui de la lanterne mobile.

« Les disques que nous employons aujourd'hui ne présentent, quant au disque lui-même, rien de particulier; ils sont très-simples de construction; ce qu'ils ont d'intéressant et de réellement spécial, c'est le système de manœuvre et de tension des fils, système imaginé par M. Robert, et que nous décrivons ci-après.

« **Nouvelle manœuvre Robert du chemin du Nord.** — M. Robert est parti de ce principe que deux fils de longueur égale se dilataient d'une même quantité pour un même écart de température.

« Il a alors placé son contre-poids tendeur juste au milieu de la distance qui sépare le disque et le levier de manœuvre, et ce contre-poids étant suspendu dans un petit puits d'une profondeur suffisante, il peut occuper toutes les positions correspondantes aux longueurs des fils, aux différentes températures.

« Ainsi, supposons une longueur de fil de 1,000 mètres, la dilatation n'est plus à compter que pour une demi-longueur. La dilatation pour 1 degré étant 0,0000123 et les températures extrêmes étant, par exemple, — 20 et + 40°, soit un écart de 60°, l'allongement du fil sera de 0,74, et il suffira d'une course de $\frac{0,74}{2}$ pour correspondre à l'allongement dû à 60° d'écart dans la température.

« On voit donc que, dans ce système, les deux parties du fil sont toujours soumises à une même tension, celle donnée par le poids P. Si avec le levier L de manœuvre on soulève le poids P, l'équilibre entre les deux parties de fil est rompue, et alors *p* peut agir et mettre le disque à l'arrêt.

« La course du levier reste constante, car elle est tout à fait indépendante de la variation de température.

« Nous ne devons pas omettre de dire que sur le pied du disque on a calé un petit levier qui, venant buter contre deux arêtes convenablement disposées, limite la course du disque et assure les deux positions perpendiculaires qu'il doit prendre successivement pour ouvrir et pour fermer la voie qu'il dessert. Enfin, une disposition spéciale de l'appareil de tension permet au disque de se mettre à l'arrêt de lui-même toutes les fois que le fil casse, que la rupture ait lieu avant ou après l'appareil de tension.

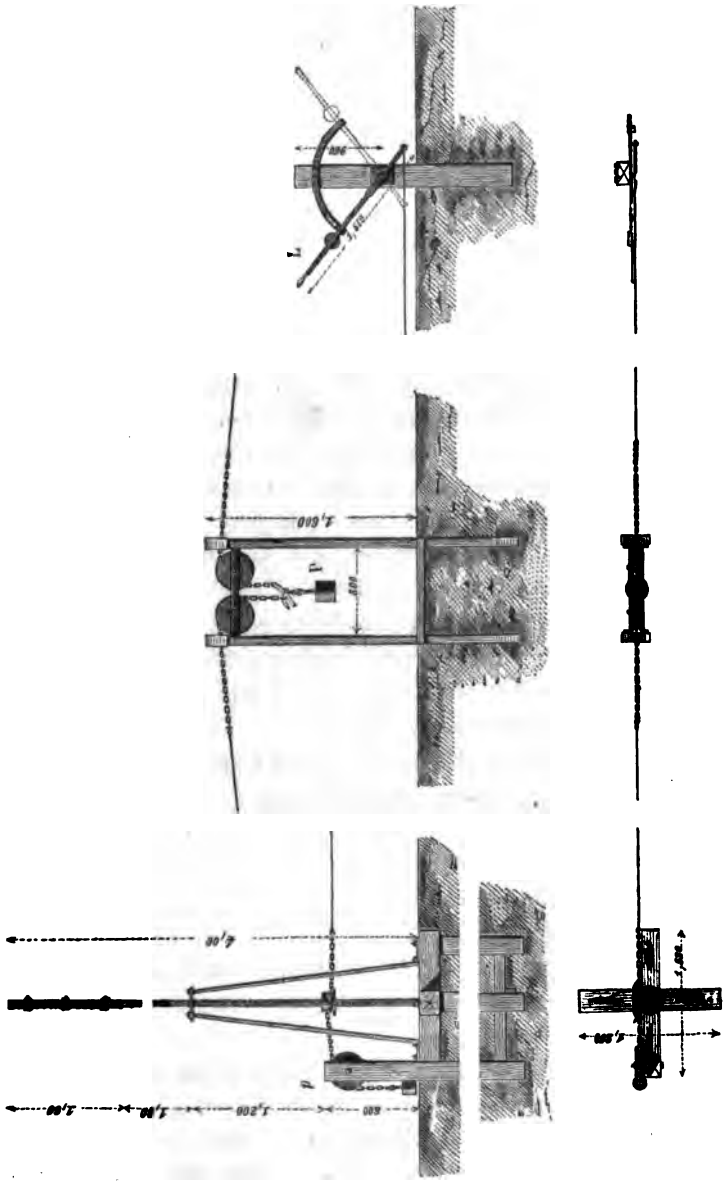


Fig. 187.

« On voit que, dans ce système, les efforts exercés pour manœuvrer le disque n'agissent jamais que sur une demi-longueur de fil; ils sont donc, de ce fait seul, moitié moindres que dans les autres systèmes; mais, de ce que les résistances sont plus faibles, on a pu employer des poids moins lourds, et par suite réduire le diamètre des fils. Ces fils qui, dans l'origine, avaient 2 millimètres seulement de diamètre, ont été définitivement portés à 2 millimètres 1/2, tandis que, dans tous les systèmes connus, ils ont au moins 4 millimètres; de là une nouvelle cause de réduction très-notable dans les résistances.

« Les résistances sont tellement réduites dans nos installations, que nos poids, de moitié plus faibles que ceux employés dans les autres systèmes, suffisent toujours pour tendre parfaitement les fils, et dominent encore suffisamment les résistances pour que le disque prenne toujours très-nettement ses deux positions.

« On reproche en général à tous les disques à dilatation libre de soustraire le fil à l'action des contre-poids pendant tout le temps que le disque est à l'arrêt. La température agissant alors fait varier la longueur des fils, et le disque, sollicité par le poids de rappel, peut se déranger de sa position et même s'effacer complétement, si, comme cela a lieu sur les chemins à une voie, le disque est maintenu assez longtemps à l'arrêt.

« Le nouveau disque Robert n'a pas cet inconvénient; le fil y est toujours soumis à l'action des poids tendeurs.

« Enfin, avec l'appareil de tension monté au-dessus du sol, ainsi que cela a été pratiqué dans nos dernières installations, nous évitons l'inconvénient de l'eau qui remplit quelquefois les puits dans lesquels se meuvent les contre-poids. L'été, les poids y perdent environ 1/7 de leur action; l'hiver, lorsque l'eau se gèle, l'action du poids peut être subitement annulée et arrêter le fonctionnement du disque.

« Dans les autres systèmes, le poids tendeur, étant combiné avec le levier, ne peut pas être placé au-dessus du sol. »

Appareils allemands. — En Allemagne enfin, sur quelques chemins, tels que ceux de Breslau, d'Anhalt, et de Ham à Cassel, dans le but de faire apercevoir au mécanicien, le plus loin possible, les

signaux indiquant la voie *libre*, le *ralentissement* ou l'*arrêt*, on a ajouté aux mâts un gros ballon en osier peint en rouge qui glisse sur une tringle et que l'on fixe en haut, au milieu ou en bas, selon que l'on veut donner l'un des trois avis[1].

[1] Note sur l'exploitation des chemins de fer à une voie en Allemagne, par M. Félix Mathias.

CHAPITRE IX

DE LA DISPOSITION DES GARES

Introduction. — Nous avons déjà parlé de l'étendue des gares ou stations, il nous reste à traiter de leur disposition et de la grandeur de chacun des éléments dont elle sont composées.

La disposition des gares aussi bien que leur étendue exerce une grande influence sur les manœuvres et en rendent par suite l'exploitation plus ou moins coûteuse.

Sur un grand nombre de lignes, elle n'a pas été suffisamment étudiée. Cela tient en grande partie à ce que les ingénieurs qui s'occupent de la construction sont étrangers aux besoins de l'exploitation et ne veulent pas consulter les directeurs d'exploitation. Les administrateurs doivent donc exiger qu'aucun plan de gare ne soit mis à exécution sans avoir reçu l'approbation du chef ou directeur de l'exploitation.

Classification des gares ou stations. — Nous diviserons les gares ou stations en : gares extrêmes et gares ou stations intermédiaires ordinaires.

Nous distinguerons aussi :

Les gares de voyageurs et les gares de marchandises (petite vitesse).

Les gares de marchandises (petite vitesse) dans les grandes villes sont le plus souvent séparées des gares de voyageurs; dans

les gares intermédiaires, elles leur sont généralement contiguës.

Les voies principales du service des marchandises (petite vitesse se détachent alors à une certaine distance de la gare, ou dans la gare elle-même, de celles du service des voyageurs.

Distribution du chapitre. — Nous nous occuperons successivement pour chaque nature de gares :

De la disposition générale des bâtiments, de leurs dépendances et des voies,

De la disposition intérieure des bâtiments ;

Nous chercherons ensuite à nous rendre compte de l'étendue qu'il convient à donner à chacune des parties de la gare, eu égard au mouvement

Nous traiterons enfin de l'architecture des gares.

GARES EXTRÊMES

PARTIE CONSACRÉE AU SERVICE DE LA GRANDE VITESSE

Composition de cette partie de la gare considérée dans son ensemble.

Composition. — Celles-ci doivent toujours renfermer :

1° Outre les voies principales du chemin sur lesquelles partent et arrivent les trains, des voies de service pour les manœuvres des locomotives et pour leur remisage ou pour celui des voitures. Ces voies sont en plus ou moins grand nombre, suivant le plus ou moins d'activité, et suivant la nature du mouvement sur le chemin de fer;

2° Des bâtiments contenant les bureaux de distribution des billets, des salles d'attente, des salles pour le dépôt des bagages au départ et à l'arrivée, et autres accessoires ;

3° Des bâtiments spéciaux pour le remisage des locomotives et des voitures ;

4° Des réservoirs d'eau et des grues hydrauliques pour l'alimentation des machines locomotives;

5° Sur les grandes lignes, toujours dans la partie de la gare

consacrée au service des voyageurs, des bâtiments pour le service des marchandises à grande vitesse, dites messagerie.

Elles renferment encore très-souvent les bureaux de l'administration de la Compagnie, et quelquefois des ateliers de réparation plus ou moins considérables, avec magasins y attenant.

Enfin, lorsque le service des marchandises le nécessite, les gares extrêmes contiennent de grands bâtiments et d'autres dépendances appropriés à ce service, placés ordinairement sur un terrain spécial tout à fait distinct de celui où sont situés les locaux affectés au service des voyageurs et de la marchandise à grande vitesse.

Les voitures qui conduisent les voyageurs au chemin de fer, ou qui les emmènent, stationnent, sur quelques lignes, en dehors de la gare. En Angleterre, et sur la plupart des nouvelles lignes construites sur le continent (Lyon, Strasbourg, Ouest, etc.), on a réservé dans l'intérieur des gares un espace destiné aux voitures qui amènent les voyageurs et à celles qui les emmènent. Ces cours sont de nouvelles dépendances de la gare.

Il est nécessaire aussi de réserver des cours d'un facile accès pour le service des marchandises à grande vitesse.

Subdivision de la gare. — On peut diviser par la pensée, et pour faciliter la description, les gares extrêmes en deux parties qui, en réalité, ne sont séparées par aucune ligne de démarcation, et forment par conséquent un ensemble unique.

1° La partie consacrée spécialement au service des voyageurs et au chargement des chaises de poste (exception faite d'un très-petit nombre de cas particuliers), avec les cours ou remises qui en dépendent immédiatement, et les bâtiments contenant les bureaux, les salles d'attente, salles de bagages, etc., partie ou sur les chemins anglais ou français, les voies principales sont toujours bordées de trottoirs;

2° La partie située au delà de l'extrémité des trottoirs de voyageurs, et où se trouvent les changements de voie, réservoirs, bâtiments spéciaux pour le remisage des wagons ou des locomotives, les ateliers, magasins, halles couvertes et dépendances nécessaires pour le service des marchandises.

Surfaces couvertes. — *Sur les chemins anglais et français, les*

voies longeant les trottoirs qui reçoivent les voyageurs, pour le départ ou à l'arrivée, sont toujours couvertes, ainsi que les trottoirs eux-mêmes et les voies intermédiaires. On couvre même, en Angleterre, l'espace où stationnent les voitures qui amènent ou attendent les voyageurs.

Nous regardons comme indispensable de couvrir les trottoirs et les voies entre les trottoirs, non-seulement dans l'intérêt des voyageurs, mais aussi pour la conservation du matériel qu'on est obligé de laisser stationner sur les voies.

Abri pour les voyageurs.— Les bâtiments renfermant les salles d'attente sont placés à côté des trottoirs, de telle façon que les voyageurs puissent, en sortant des salles d'attente, passer dans les wagons sans être exposés aux injures du temps.

Abri pour les voitures.— Si, en Angleterre, les voitures déposent le plus souvent sous un péristyle ou sous un hangar les voyageurs qu'elles amènent aux chemins de fer, il n'en est pas ainsi dans les gares françaises, où, en général, il n'existe pas d'abri pour les voitures.

Au chemin de l'Est, toutefois, gare de Paris, on a établi dans la cour d'*arrivée*, le long du bâtiment qui renferme la salle des bagages, une belle et large marquise sous laquelle les omnibus et les voitures chargent à couvert les voyageurs et les bagages.

Nous recommandons de faire, autant que possible, descendre les voyageurs de voiture ou de les y faire monter à couvert.

Il convient aussi d'abriter, comme aux chemins de Lyon et de l'Ouest, les voitures qui attendent les voyageurs.

Les chevaux et même les voitures, dans le cas contraire, souffrent beaucoup des intempéries de l'air.

Parties couvertes en Belgique. — En Belgique, il y a quelques années, les voies étaient rarement couvertes, les bâtiments des salles d'attente étaient souvent éloignés de la voie, et, comme les voitures sont très-basses, on n'avait pas établi de trottoirs.

Des travaux importants ont été exécutés depuis lors pour améliorer cet état de choses.

Emplacements divers du bâtiment des salles d'attente. — Les bâtiments contenant les salles d'attente et les bureaux pour la dis-

tribution des billets ou l'inscription des bagages sont tantôt placés sur le côté des voies (chemins d'Orléans; de Versailles, rive gauche, à Versailles, plan fig. 188; de Lyon, etc.), tantôt à l'extrémité et au travers des voies (chemin du Nord, ancienne gare, plan fig. 189;

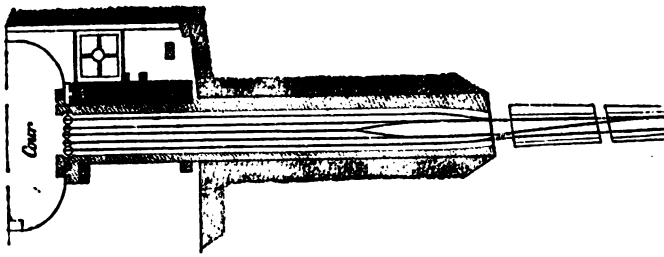


Fig. 188. — Gare du chemin de fer de Versailles (rive gauche), à Versailles.

de l'Ouest, etc., etc.), tantôt au milieu des voies (chemin de Versailles, rive droite fig. 193). D'autres fois, comme au chemin de l'Est,

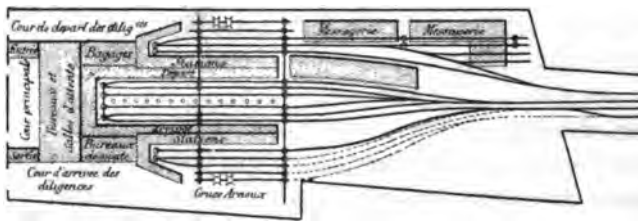


Fig. 189. — Gare du chemin de fer du Nord, à Paris.

fig. 190, les salles d'attente (ligne de Strasbourg) sont placées sur le côté, tandis que les bureaux pour la distribution des billets aux voyageurs de cette ligne, et la salle pour le dépôt des bagages au départ, sont placés en tête. Les bureaux pour la distribution des billets aux voyageurs de la ligne de Mulhouse et la salle pour le dépôt des bagages se trouveront les uns et les autres sur le côté du trottoir dans la gare définitive représentée fig. 190; mais, dans la gare provisoire telle qu'elle existe aujourd'hui, la salle d'attente du chemin de Strasbourg, élargie et convenablement distribuée, sert pour les

deux lignes, et les trottoirs de la ligne de Mulhouse sont en dehors

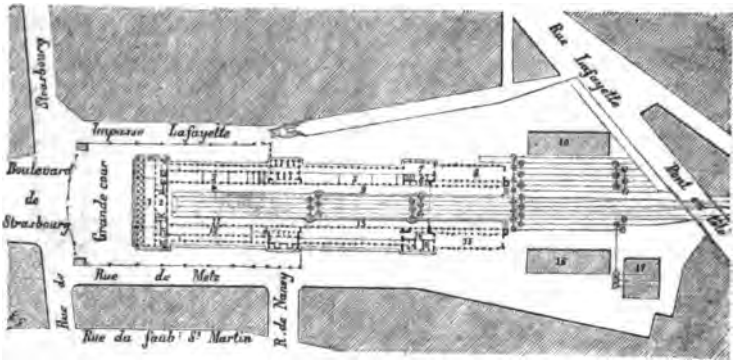


Fig. 190. — Plan de la gare définitive des voyageurs du chemin de l'Est, à Paris.

LÉGENDE :

Ce plan représente la gare avec les agrandissements qu'on a projeté d'y apporter.

1 Vestibule (ligne de Strasbourg).
2 Billets et bagages au départ (Id.).
3 Salles d'attente (Id.).
4 Trottoir de départ (Id.).
5 Salles d'attente (ligne de Mulhouse).
6 Billets (Id.).
7 Vestibule (Id.).
8 Bagages au départ (Id.).
9 Trottoir de départ (Id.).
10 Messageries au départ.
11 Trottoir d'arrivée (ligne de Strasbourg).
12 Bagages arrivant (Id.) Vestibule de sortie.
13 Trottoir d'arrivée (ligne de Mulhouse).
14 Vestibule de sortie (Id.).
15 Salle de visite de l'octroi.
16 Douane.
17 Petit atelier.

de la grande halle. Dans la nouvelle gare du Nord (fig. 191), les bâtiments consacrés au service de la grande ligne se trouvent sur le côté, et ceux qui renferment les salles d'attente, bureaux de bagages, etc., pour le service de la banlieue, sont placés en tête.

Sur le chemin de Paris à Auteuil, les salles d'attente ont été placées au-dessus des voies, et, au chemin de Montpellier à Nîmes, au-dessous; mais, comme ces dernières dispositions s'appliquent plutôt aux stations intermédiaires qu'aux stations extrêmes, nous n'en parlerons que plus loin.

Voies de départ et d'arrivée. — *Le plus généralement, les convois partent toujours de la même voie, qui est la voie de départ, et arrivent aussi sur une même voie, qui est la voie d'arrivée.*

Ces deux voies, séparées par les voies de remisage, sont bordées, l'une par le trottoir de départ, l'autre par le trottoir d'arrivée (gares parisiennes).

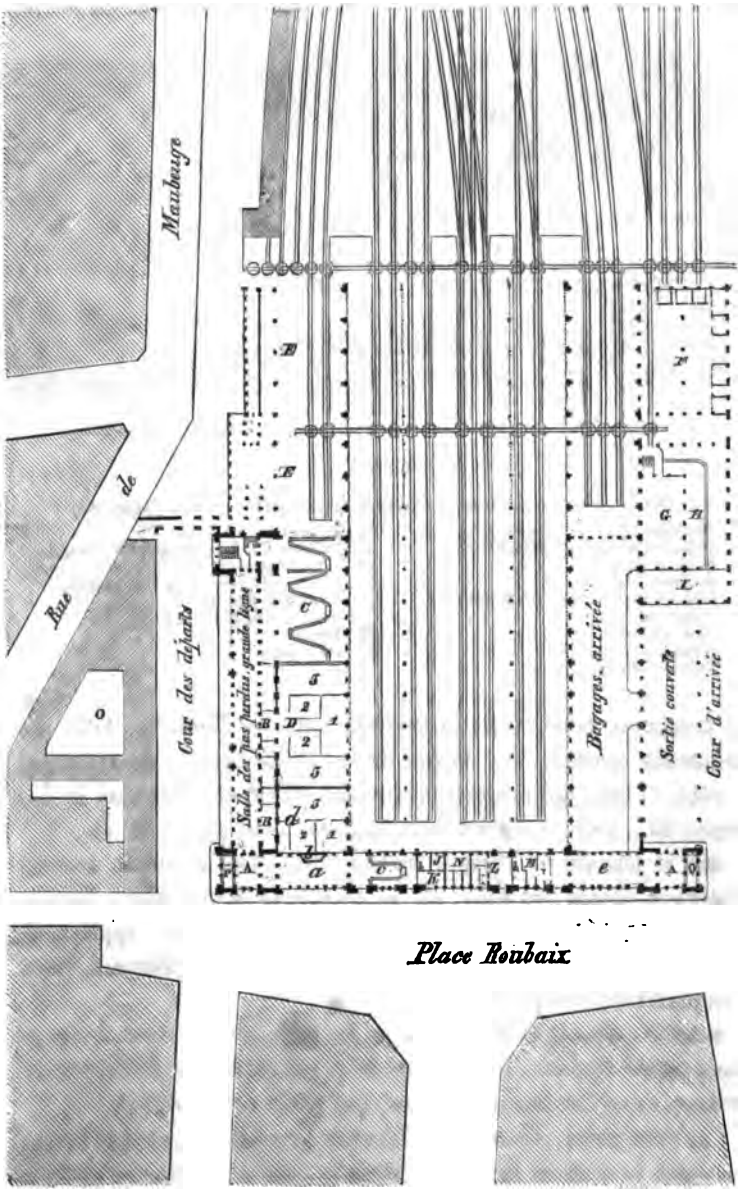


Fig. 191. — Plan de la nouvelle gare du Nord.

LÉGENDE :

A Vestibule.
BB Billets, consigne et passages.
C Bagages, grande ligne.
D Salles d'attente.
EE Messageries au départ.
F Douane, messagerie.
G Arrivée des voyageurs, grande ligne.
H Douane, bagages.
I Salle d'attente pour le public.
K Sous-chef de gare.
J Chef de gare.
N Service impérial.
M Télégraphie.
Z Service des postes.
O Bâtiment d'administration.
P Surveillant.
Q Concierge.
a Salle des pas perdus de la banlieue.
b Billets.
c Bagages, banlieue.
d Salle d'attente de la banlieue.
e Arrivée des voyageurs, banlieue.

Quelquefois, cependant, la voie de départ et la voie d'arrivée sont contiguës, et un seul et même trottoir échancré sert en même temps pour le départ et pour l'arrivée (gare de Derby, plan fig. 192).

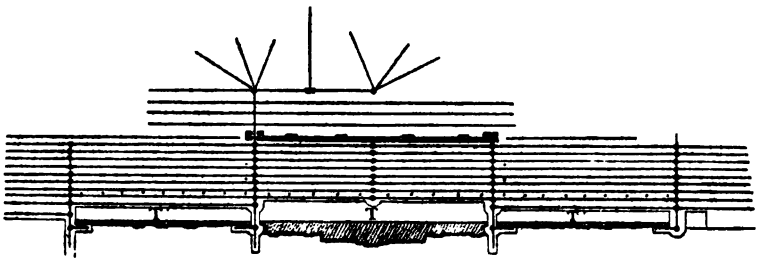


Fig. 192. — Gare du chemin de fer de Londres à Derby.

Cette gare, à la vérité, est une gare intermédiaire, mais sa disposition s'appliquerait également à une gare extrême, car la symétrie des trottoirs et des bâtiments permet de la considérer comme formée par la juxtaposition de deux gares extrêmes séparées par la ligne de plaques tournantes T.

Enfin il arrive aussi que les mêmes voies et les mêmes trottoirs servent alternativement pour le départ et pour l'arrivée (chemin de Versailles, rive droite, fig. 193; chemin de Saint-Germain).

Lorsque les convois arrivent et partent sur deux voies distinctes, il faut nécessairement, à chaque voyage, faire passer les wagons de la voie d'arrivée sur la voie de départ. Cette manœuvre se fait ordinairement avec les machines locomotives, au moyen des changements de voie. Quelquefois aussi les wagons passent d'une voie sur l'autre par les plaques tournantes.

C'est pour éviter cette manœuvre, sur les chemins de Saint-

Germain et de Versailles (rive droite), où les départs ont lieu quelquefois de quart d'heure en quart d'heure, qu'on est parti alternativement sur l'une et sur l'autre voie, et qu'on s'est trouvé amené à construire, sur le chemin de Saint-Germain, deux bâtiments de salles d'attente, un de chaque côté des voies; sur le chemin de Versailles (rive droite), un bâtiment entre les trottoirs, au milieu de la gare (fig. 6), et, sur d'autres chemins, à établir des trottoirs intermédiaires. (Voir p. 253.)

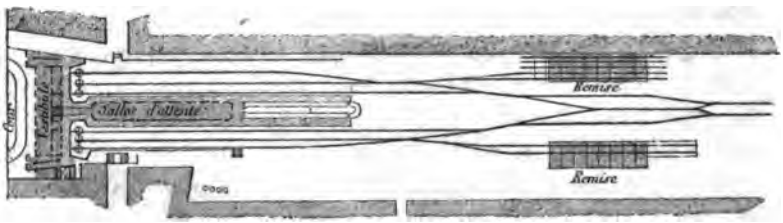


Fig. 193. — Gare du chemin de fer de Paris à Versailles (rive droite), à Versailles.

Cours de départ et d'arrivée. — *De quelque manière que soient placés le bâtiment des salles d'attente et le bureau, il est convenable que la cour, du côté du départ aussi bien que du côté de l'arrivée, soit fermée par une grille.*

Utilité des plaques tournantes. — Les plaques tournantes servent à faire passer les voitures des voies de remisage sur la voie de départ. Elles servent aussi quelquefois à la manœuvre des locomotives, comme nous allons l'expliquer.

Dégagement de la locomotive. — 1er *Mode.* — Supposons un convoi arrivé en gare. Les wagons arrêtés, on dételle la machine et on la sépare de son tender. On amène la machine sur la plaque tournante placée à l'extrémité de la voie d'arrivée et on la fait passer, au moyen d'une autre plaque, sur la voie de service parallèle. On la replace ainsi dans sa position normale, c'est-à-dire la cheminée en tête. On fait passer de la même manière le tender sur la voie de service, et on l'attelle de nouveau derrière la machine. Cela fait, on revient, au moyen du changement de voie, sur la voie d'arrivée, où la machine et son tender se trouvent alors en queue du convoi, au lieu d'être en tête. On les attelle à ce convoi, que l'on

fait passer, en le traînant, sur la voie de départ, au travers des voies de service, à l'aide des changements de voie et des voies obliques. On recule sur cette voie, et l'on arrive ainsi devant le trottoir de départ. La machine et son tender quittent de nouveau ce train, et reviennent par les changements de voie se placer au-dessus d'une fosse à piquer le feu et près d'une grue hydraulique. Là, on nettoie la machine, on la graisse; on l'alimente d'eau et de combustible, et on la replace de nouveau sur la voie de départ en tête du train prêt à partir.

On peut aussi faire passer les wagons de la voie d'arrivée sur celle de départ, aussitôt que le convoi est arrivé, en poussant ce convoi, au lieu de le traîner au travers des changements de voie, jusque sur la voie de départ, et en l'amenant à reculons devant la voie de départ; mais il n'en faut pas moins conduire ensuite la machine avec son tender sur les plaques tournantes pour la retourner bout pour bout, l'alimenter d'eau et de combustible, et la ramener sur la voie de départ en tête du convoi.

Cette manœuvre est indispensable, car *les machines, à l'exception de cas particuliers, doivent marcher en tête des convois, en les traînant, et jamais en arrière, en les poussant.*

Si les machines étaient placées derrière le convoi, le mécanicien ne pourrait apercevoir les obstacles que l'on rencontre quelquefois sur les voies, et s'arrêter à temps pour éviter les chocs. Il arriverait aussi qu'un wagon venant à dérailler, la machine pousserait par-dessus tous les wagons qui le suivent.

Le danger serait le même, quoique beaucoup moins grand, si le tender marchait devant la machine au lieu de marcher derrière.

Il faut donc éviter autant que possible de *marcher avec le tender en avant. Toutefois sur certains chemins des environs de Londres, et sur nos chemins de banlieue, où les départs sont très-fréquents, le service, pour éviter les retards, se fait régulièrement tender en avant ou avec des machines tenders, marchant indifféremment dans un sens ou dans l'autre.*

2e *Mode.* — Le service des locomotives s'est fait pendant longtemps, dans les gares anglaises ainsi que dans la plupart de nos gares, comme nous venons de le dire. Aujourd'hui il se fait ordi-

nairement, dans la plupart de nos grandes gares, soit de la manière suivante, soit d'après un troisième mode en usage au chemin de Strasbourg.

La machine n'accompagne plus le convoi jusque sur la voie d'arrivée. A une centaine de mètres des trottoirs d'arrivée, ou même davantage, les convois s'arrêtent, les surveillants de la gare ou les conducteurs de wagon, circulant sur un petit trottoir spécial, recueillent les billets des voyageurs; la machine, accompagnée de son tender, est détachée du convoi; elle passe, au moyen des changements de voie, derrière le convoi, le pousse jusque sur la voie d'arrivée, vis-à-vis du trottoir, puis, quand les voyageurs sont descendus, le conduit sur la voie de départ. Cela fait, elle se rend seule avec son tender sur une grande plaque tournante d'environ 12 mètres de diamètre, établie à une certaine distance de la portion de gare consacrée au départ et à l'arrivée des voyageurs. On la retourne bout pour bout sur cette plaque, sans la détacher du tender, elle se transporte auprès du réservoir et du magasin de coke, et de là, après avoir été alimentée et nettoyée, elle revient sur la voie d'arrivée et amène le convoi sur la voie de départ, où elle se trouve prête à l'emmener de nouveau tender en arrière.

3e *Mode.* — Au chemin de Strasbourg, la machine arrivant en tête du convoi sous la halle, le refoule dès que les voyageurs en sont descendus, et le quitte en dehors de la halle pour se transporter sur une voie spéciale, où elle est retournée sur une grande plaque. Le convoi est alors refoulé sur la voie de départ du point où la machine arrivant l'a quitté à l'aide d'une machine de gare.

4e *Mode.* — Au chemin de Lyon, la gare couverte étant très-longue, la machine, au lieu d'employer les plaques pour se dégager, passe, au moyen d'un changement de voies, sur une voie de service, pour ensuite, à l'aide d'un autre changement, venir se placer en tête du train; mais il y a toujours nécessité à ce qu'en définitive elle fasse usage de plaques pour changer la position du tender, qui ne doit pas se trouver en avant. La manœuvre a lieu dans ce cas au dépôt, sur une grande plaque, en dehors de la halle, sans détacher le tender.

Service sur les chemins de banlieue. — Sur les chemins de banlieue, la machine arrivant en tête du train revient souvent à l'autre

extrémité par une voie latérale, soit au moyen de changements de voie, soit au moyen de plaques, pendant que les voyageurs descendent, et elle repart sur cette voie en emmenant le train de nouveau chargé cheminée en arrière.

Contrôle des billets. — Le contrôle des billets, si la machine ne s'arrête pas avant d'entrer sous la halle, se fait à la sortie des voyageurs ou à la dernière station intermédiaire. Dans ce dernier cas, le contrôle est plus efficace, mais il nécessite un accroissement de personnel dans cette dernière station.

Voies de service. — Deux voies entre les trottoirs, celle du départ et celle d'arrivée, suffiraient à la rigueur, lorsque la manœuvre se fait, sans que la machine entre dans l'espace réservé entre les trottoirs. Mais, quand les machines accompagnent les convois jusqu'aux plaques tournantes de l'extrémité du chemin, et qu'elles ne refoulent pas le train, comme au chemin de Strasbourg, il faut toujours, outre les voies de départ et d'arrivée, une voie de service.

Cette voie de service est ordinairement placée entre les voies de départ et d'arrivée. Dans l'ancienne gare de Bâle, cependant, elle avait été posée en dehors. En l'isolant ainsi, on avait eu pour but de prévenir les accidents auxquels les voyageurs eussent été exposés en traversant les voies pour se rendre des trottoirs d'arrivée dans la cour de départ, qui, dans cette gare, servait aussi de cour d'arrivée.

Voies de remisage. — Les voies de service établies entre les voies de départ et d'arrivée sont encore très-utiles pour remiser des voitures de différentes espèces que l'on ajoute suivant les besoins aux convois. Ce n'est donc que lorsque la largeur de la gare ne le permet pas, comme au chemin de fer de Versailles (rive gauche), ancienne gare de Paris, que l'on s'abstient d'en établir. Mais alors on place latéralement à la gare, une remise de voitures dont les voies communiquent avec la voie de départ comme cela est indiqué fig. 197.

Remises à l'extrémité de la gare. — Au chemin d'Orléans (gare de Paris), fig. 194, les voies placées entre les trottoirs ont été pendant longtemps au nombre de quatre seulement; il n'y avait donc sur ce chemin que deux voies de remisage ou de service; mais, le

terrain le permettant, on a prolongé les voies au-delà de la rangée des plaques tournantes formant la limite que ne dépassent jamais la longueur des convois de voyageurs, et les voies prolongées sont devenues, toutes les quatre, des voies de remisage. Plus tard on a porté à six le nombre des voies placées entre les trottoirs, et ajouté sur le côté du départ, à côté des voies de remisage, quatre nouveaux tronçons.

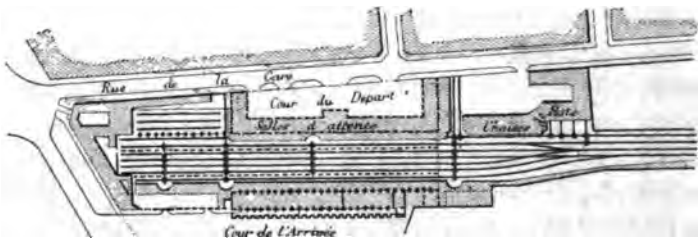


Fig. 194. — Gare du chemin de fer de Paris à Orléans, à Paris.

On peut considérer, par conséquent, la gare du chemin d'Orléans à Paris comme composée de deux parties, séparées par une rangée de plaques tournantes, l'une servant de remise aux voitures, l'autre affectée spécialement au service des voyageurs.

Au chemin de Lyon, les voies couvertes se prolongent, comme au chemin d'Orléans, de manière à servir de voies de remisage.

Voies couvertes. — Le nombre, la longueur et la disposition des voies placées entre les trottoirs varient avec l'activité du service, sa nature et la forme ou l'étendue du terrain que l'on peut consacrer à la gare.

Nombre des voies de service. — Au chemin de l'Est, les voies couvertes sont au nombre de cinq seulement.

Au chemin du Nord (ancienne gare de Paris), le nombre des voies entre les trottoirs est de six. Mais comme, sur un chemin de fer qui réunit au service principal d'une ligne importante un service très-actif de banlieue, six voies et deux trottoirs sont insuffisants, on a posé à ce chemin, pour le service de la banlieue, de nouvelles voies en dehors de la gare couverte, et l'on a établi de nouveaux trottoirs couverts le long de ces voies. Dans la nouvelle

gare du Nord, le nombre des voies établies sous la halle est de onze, avec deux trottoirs intermédiaires (fig. 191).

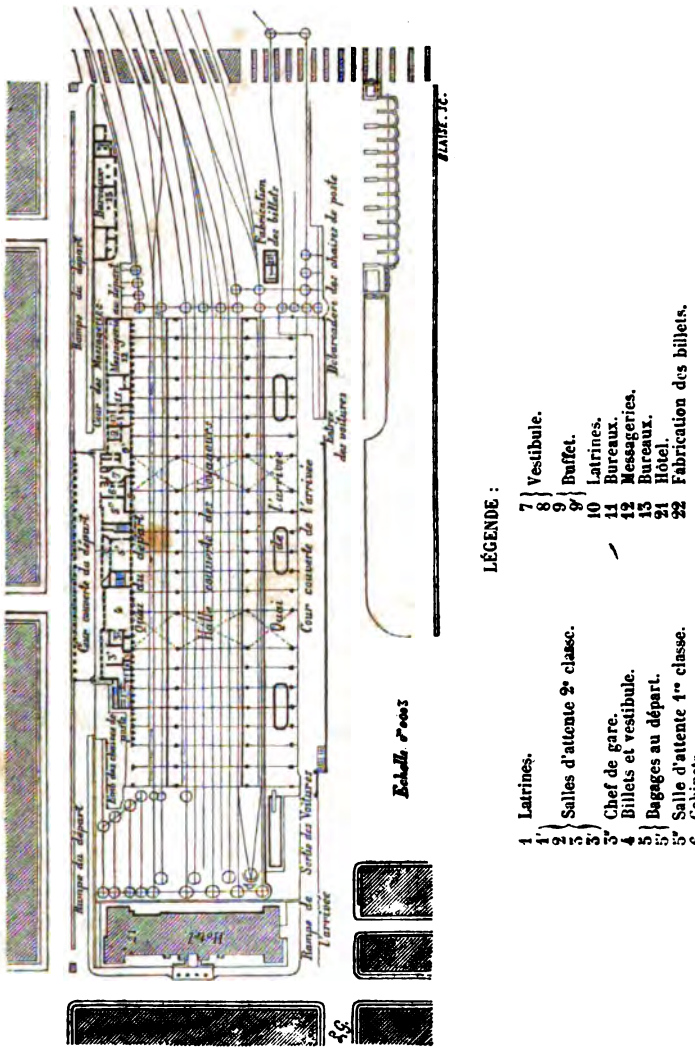
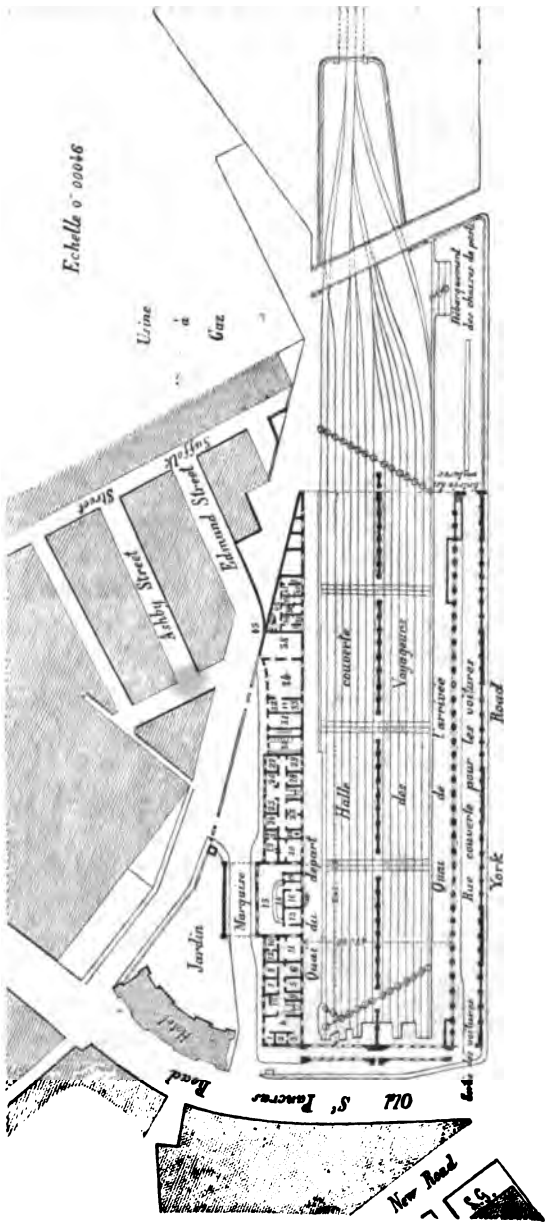


Fig. 195. — Gare des voyageurs du Great-Western.

Au chemin de Great-Western (fig. 195), en Angleterre, le nombre



LÉGENDE :

1, 2, 3, 4. Bureaux de l'exploitation commerciale.
5, 6. Bureaux du télégraphe.
7, 8. Bureaux de l'ingénieur résidant.
9. Cabinet d'aisances.
10, 11. Salles d'attente.
12. Cabinet pour les dames.
13. Vestibule.
14. Distribution des billets.
15. Chef de gare.
16. Pièce à l'abri du feu pour les archives.
17. Inspecteur de la gare.
18. Librairie.
19, 20. Salles d'attente pour les dames.
21. Cabinets pour les dames.
22. Cabinets d'aisances.
23. Buffet.
24, 25. Bureaux de la traction.
26, 27, 28, 29. Bureaux du surintendant.
30. Cabinets d'aisances pour les hommes.
31, 32. Objets perdus.
33. Facteurs.
34. Messageries.
35. Cour couverte pour les messageries.
36, 37, 38. Gardes.
39, 40, 41. Surveillants.
42. Cour.
43. Lieux d'aisances.

Fig. 196. — Gare des voyageurs du Great-Northern.

des voies entre les trottoirs est de 10; au chemin Great-Northern de 14 (fig. 196).

Beauté des gares très-larges. — Les gares très-larges, quand elles sont couvertes de charpentes hardies et élégantes, comme celle de l'ancienne gare du Nord; ou celle de la gare de l'Est, prennent un caractère grandiose en harmonie avec l'importance du chemin dont elles forment la tête, caractère que n'ont pas les gares longues et étroites.

Nous recommandons surtout les larges trottoirs, tels que ceux des gares anglaises.

Écartement des voies de service. — Le faible écartement des voies ($1^m,80$) ou largeur de l'entre-voie, dans l'ancienne gare du chemin de Versailles (rive gauche) (fig. 197), est sans inconvénient

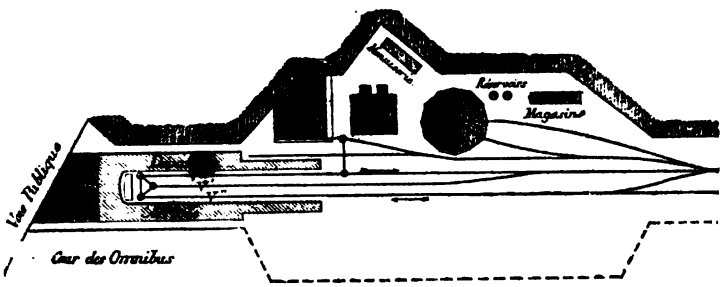


Fig. 197. — Ancienne gare du chemin de fer de Paris à Versailles (rive gauche), à Paris.
V Voie de départ. V' Voie de service pour dégager
V'' Voie d'arrivée. la locomotive.

parce que la voie du milieu est exclusivement consacrée au service des locomotives, et qu'il n'existe aucune voie intermédiaire pour le remisage; mais cet écartement serait trop faible pour des voies de remisage. Il est convenable que, pour ces voies, il soit de $3^m,50$, comme au chemin de Lyon, afin qu'on puisse circuler aisément entre les voitures pour les visiter, sans avoir à se préoccuper du mouvement d'un convoi sur une voie contiguë; et même, quand on veut, comme dans les gares intermédiaires, faire tourner les voitures sur les plaques sans danger, cet écartement doit être porté à 4 mètres.

Disposition des plaques. — Nous avons vu qu'on plaçait toujours, à l'extrémité des trottoirs de départ ou d'arrivée des voya-

geurs, une rangée de plaques tournantes. Lorsque ces plaques sont en ligne droite, il faut, pour les loger, augmenter beaucoup l'écartement des voies. On peut réduire cet écartement, ou du moins ne l'augmenter que faiblement, en disposant les plaques triangulairement, comme au chemin de Versailles (rive gauche) (fig. 197), ancienne gare de Paris, ou en quinconce comme dans la gare du Great-Northern (fig. 196).

On peut aussi faire converger les axes de deux ou un plus grand nombre de voies vers une seule plaque, comme on l'a fait aux chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite). On peut faire enfin converger les axes de toutes les voies vers le centre d'une plaque unique, comme au chemin de Newcastle à Carlisle.

Lorsqu'une seule plaque est employée pour le service de plusieurs voies, on est obligé de courber les voies aux approches de cette plaque; et si alors on ne peut faire usage que de plaques de petit diamètre, il résulte de cette courbure une grande fatigue pour les hommes qui, après avoir détaché le tender de la machine, sont obligés de le pousser sur la plaque. Cet inconvénient disparaît lorsque les plaques sont, comme celles des chemins de Vienne, et de Newcastle à Carlisle, de diamètre suffisant pour porter ensemble la machine et le tender. Mais alors il faut un personnel spécial pour la manœuvre de cette grande plaque, tandis qu'en la plaçant en dehors de la gare couverte, au dépôt, comme au chemin de Lyon, elle peut être manœuvrée, sans surcroît de frais, par le personnel du dépôt. La machine avec son tender, dans ce dernier cas, si elle pénètre sous la halle, se dégage avec avantage du convoi pour aller rejoindre la grande plaque, comme au chemin de Lyon, au moyen d'un changement de voie, et d'une voie de service latérale à la voie d'arrivée.

Dimensions des plaques. — Lorsqu'on pose une seconde rangée de plaques à l'autre extrémité des trottoirs, ou une troisième au milieu, ces plaques n'étant généralement employées que pour la manœuvre des voitures, peuvent être de petit diamètre.

Comme il importe de ne pas interrompre les voies principales, on emploie souvent alors des plaques à voies perpendiculaires.

Substitution des chariots aux plaques. — *Dans plusieurs gares*

où les machines ne pénètrent pas jusqu'au fond de la gare, comme par exemple la gare de Strasbourg sur le chemin de fer de l'Est, on substitue un chariot aux plaques tournantes.

L'usage des chariots commence à se répandre. S'ils ne se trouvent pas à l'extrémité des voies, ils doivent être disposés comme celui du chemin de Bristol (chariot hydraulique), comme celui de Dünn, décrit page 206 du deuxième volume, ou comme tout autre chariot analogue, de manière qu'en les déplaçant on n'interrompe pas les voies. Les chariots étant plus difficiles à déplacer que les plaques tournantes, on ne s'en est servi pendant longtemps que dans les ateliers. On en a rendu la manœuvre moins pénible par différents moyens indiqués au chapitre VIII.

Trottoirs intermédiaires. — Dans certaines gares ou le service est très-actif, on a établi des trottoirs intermédiaires. Des voies qui longent les trottoirs peuvent servir alors de voies de départ et d'arrivée.

Telles sont la nouvelle gare du Nord, la gare de l'Ouest (rive droite), celle du chemin de Vincennes et la nouvelle gare du

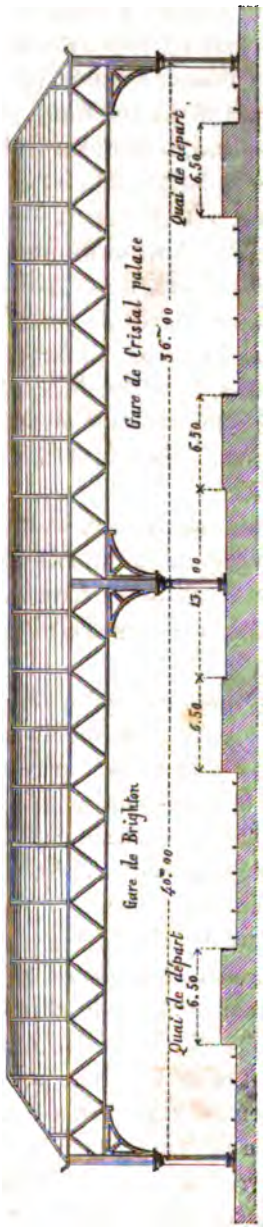


Fig. 198. — Gare de Victoria-Station, à Londres.

chemin de Londres à Douvres, à Londres, dite gare Victoria. Cette dernière gare est consacrée au service des lignes de Londres à Douvres par Chatam, Londres à Brighton et de *Sydenham-Palace*.

La fig. 198 est une coupe en travers de cette gare. Le bâtiment des voyageurs, renfermant les bureaux de billets, salles de bagages et d'attente, buffet, etc., est en tête de la gare, dont il occupe toute la largeur, soit 76 mètres.

La halle est formée de quatorze combles Polonceau, chacun de 15 mètres d'ouverture, établis perpendiculairement aux voies et reposant sur autant de poutres en treillis semblables à celle indiquée dans la coupe. La longueur totale de cette halle est donc de 210 mètres. Le milieu de la halle est occupé, sur la moitié environ de sa longeur, par une rue couverte, de 13 mètres de largeur, pour les voitures. Cette rue est bordée de chaque côté par les trottoirs d'arrivée.

Trottoir transversal. — Dans certaines gares on a placé derrière les plaques un trottoir transversal qui réunit les trottoirs de départ et d'arrivée, et derrière ce trottoir, lorsque le bâtiment est sur le côté, une cour dont le sol est au même niveau que le trottoir.

Ce trottoir sert quelquefois, en Angleterre, au chargement de chaises de poste ou de voitures particulières sur des truks (wagons à plate-forme), que l'on amène pour les recevoir sur les plaques tournantes ou sur une petite portion de voie établie au delà des plaques et pénétrant dans l'intérieur du trottoir.

Le déchargement s'opère ou sur le même trottoir ou sur un autre point à l'extrémité de l'emplacement où stationnent les omnibus (gare de Bricklayers).

Chargement des chaises de poste et voitures particulières. — Au chemin d'Orléans le chargement des chaises de poste ou voitures de particuliers a lieu sur une voie posée à gauche de la voie de départ et en dehors de la halle couverte; le mouvement s'y fait au moyen des voies perpendiculaires et de plaques tournantes spéciales; le déchargement a lieu à l'autre extrémité de la gare, sur la voie d'arrivée.

Au chemin Great-Northern, le chargement et le déchargement

des chaises de poste se fait latéralement comme au chemin d'Orléans (voir fig. 194).

Au chemin de l'Est, le chargement ou déchargement des chaises de poste ou des caisses de diligence a lieu au moyen de voies latérales et de trottoirs spéciaux en dehors de la gare couverte.

Chargement des caisses de diligences. — On a aussi transporté pendant longtemps, sur le chemin d'Orléans, les caisses de diligences, des entreprises de messageries sur des wagons spéciaux. Le chargement de ces caisses n'avait pas lieu dans le même endroit que celui des chaises de poste. Il se faisait dans un emplacement spécial, sur une voie latérale, au delà des trottoirs, au moyen d'appareils particuliers (grues Arnoux).

Utilité des heurtoirs. — *On néglige souvent de placer des heurtoirs à l'extrémité des gares; ils nous paraissent cependant indispensables, surtout quand le bâtiment des salles d'attente est en tête.* Au chemin de Saint-Germain, avant qu'on eût établi des heurtoirs dans la gare du Pecq, une machine est arrivée avec une telle vitesse, qu'elle a renversé un pan de la maison qui se trouvait en tête et qui renfermait les bureaux de distribution des billets.

Le heurtoir n'est pas seulement nécessaire à l'extrémité de la voie d'arrivée, car une machine placée sur toute autre voie peut, étant abandonnée à elle-même avec un régulateur imparfaitement fermé, marcher dans un sens ou dans l'autre, selon la position du levier d'embrayage.

Terminant ici la description de la partie antérieure des gares extrêmes et l'exposé des manœuvres à l'arrivée et au départ du convoi, nous reviendrons en arrière pour présenter quelques observations critiques sur les différentes dispositions ou manœuvres dont nous avons parlé.

Comparaison des différentes dispositions. — Nous avons dit que le bâtiment des salles d'attente, le bureau de distribution des billets et les salles de bagages étaient placés tantôt à côté de la voie de départ, tantôt en tête, et que quelquefois les salles d'attente seules étaient sur le côté, les bureaux pour la distribution des billets ainsi que les salles pour le dépôt des bagages étant placés en tête. Dans un seul cas, sur le chemin de Versailles (rive

droite), à Versailles, les salles d'attente ont été placées au milieu de la gare.

Ces différentes dispositions du bâtiment des salles d'attente et de bagages présentent des avantages ou des inconvénients dont nous allons essayer de nous rendre compte.

Si la disposition des bâtiments n'est pas commandée par la forme et par l'étendue du terrain, l'ingénieur ou l'architecte aura, avant de faire son choix, à peser les considérations suivantes :

Bâtiment sur le côté. — Les bâtiments étant placés sur le côté, on peut donner immédiatement, des salles d'attente sur le trottoir de départ, issue à un nombre considérable de voyageurs à la fois, ce qui est fort important les jours de grande affluence. Les voyageurs se rendant plus directement des salles dans les wagons, le classement se fait plus facilement et avec plus d'ordre que si les salles d'attente étaient en tête. Cette disposition permet aussi de placer le bureau des bagages le plus près possible du wagon sur lequel on les charge et qui se trouve toujours en tête du convoi, avantage très-important pour les lignes à long parcours, où la masse des bagages atteint, à certaines époques de l'année, un chiffre dont on peut se faire difficilement une idée.

Le principal avantage des bâtiments sur le côté est donc de faciliter le service, du moins sur les grandes lignes, où la quantité des bagages à transporter est considérable, et de diminuer par suite les dépenses d'exploitation.

On peut aussi, avec cette disposition, se réserver la possibilité de prolonger les bâtiments et les trottoirs, afin de desservir les nouveaux chemins qui viendraient à s'embrancher sur une première ligne exploitée. C'est ainsi qu'à Manchester on a construit un bâtiment de 150 mètres de longueur, renfermant les bureaux et salles d'attente de trois chemins de fer dont le service est distinct, le chemin de Manchester à Birmingham, celui de Manchester à Sheffield, et le chemin de Manchester à Ashton under Lyme. Les trois chemins ont alors la même voie de départ.

On peut enfin, en cas de nécessité, prolonger le chemin de fer, sans être forcé de démolir les bâtiments. Au chemin de Bristol on a été obligé, pour prolonger les voies du côté d'Exeter, de renverser

un édifice placé en tête dont la construction avait coûté fort cher.

La construction sur le côté présente aussi quelques inconvénients.

Les principaux sont d'exiger une double façade, l'une en tête du chemin, l'autre sur le côté, du moins si, comme au chemin d'Orléans et de Londres à Birmingham, l'entrée est placée sur le côté; de ne pas permettre la juxtaposition de nouvelles voies à côté des anciennes pour la création de gares nouvelles, et enfin de forcer à faire partir les voyageurs toujours du même trottoir.

On remédie, à la vérité, à ce dernier défaut en disposant le trottoir comme aux gares de Huntsbank et de Derby. Mais cette disposition n'est praticable que dans certaines localités. Ainsi elle n'aurait pu être appliquée sur les chemins de fer de Versailles, où les convois, composés quelquefois de trente wagons, ont jusqu'à 200 mètres de longueur, et où il eût été impossible de donner 400 mètres de développement aux trottoirs de départ et d'arrivée situés à la suite l'un de l'autre.

Disposition des bâtiments sur différentes lignes. — Le bâtiment des salles d'attente et celui pour la distribution des billets ont été placés sur le côté aux chemins Great-Northern et Great-Western, de Douvres (ancienne gare de Bricklayers), aux chemins de Lyon et d'Orléans (gares de Paris).

Ils sont en tête, sur le chemin de Douvres (gare Victoria), sur le chemin de Southampton (gare de Londres), sur le chemin du Nord (ancienne gare de Paris), sur le chemin de Saint-Germain (gare de Paris), sur le chemin de Versailles (rive gauche) (ancienne gare de Paris).

Au chemin de l'Est les salles d'attente sont sur le côté, mais le bureau des billets et la salle des bagages au départ sont en tête.

On a vu que dans la nouvelle gare du Nord les salles d'attente de la grande ligne sont, aussi bien que les salles de bagages, placées sur le côté. Celles de la banlieue sont, au contraire, en tête.

Au chemin de l'Ouest, dans la gare de la rive droite (fig. 199), le bâtiment des salles d'attente est en tête des salles de bagages.

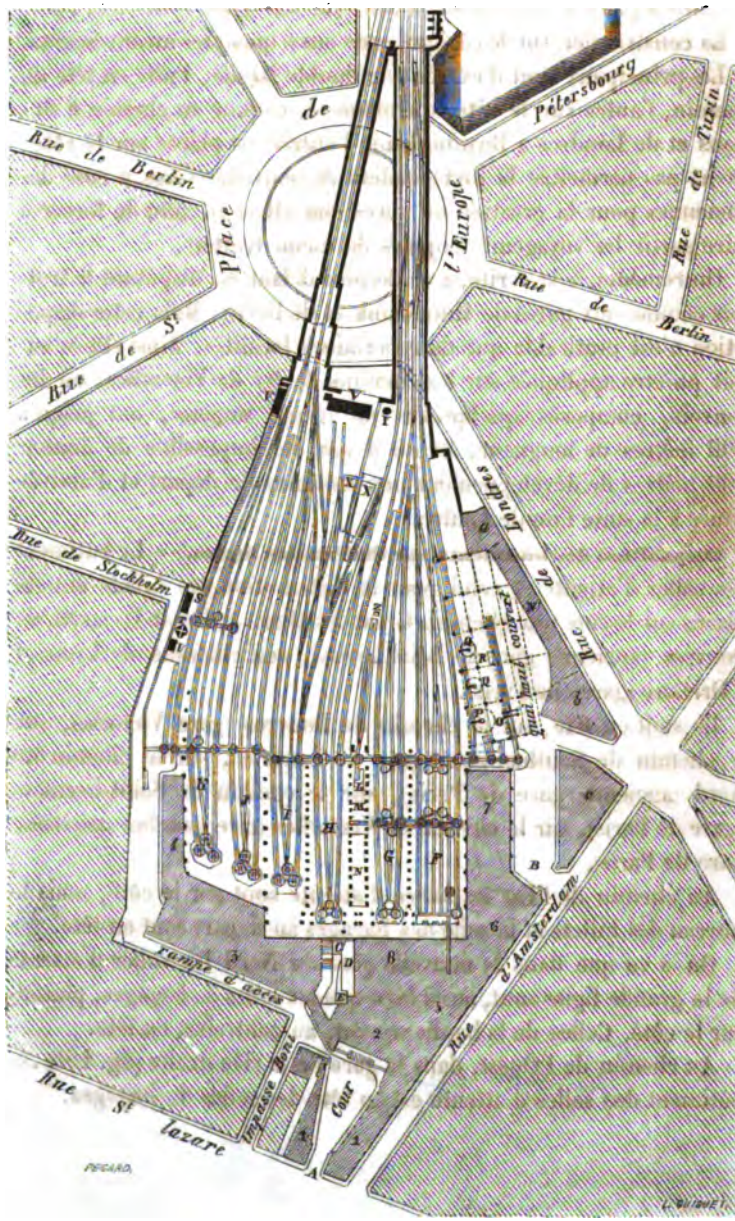


Fig. 199. — Gare de l'Ouest, rive droite.

LÉGENDE :

A Entrée de la gare des voyageurs, lignes de banlieue.
B Entrée des marchandises, grandes lignes.
C Bureau.
D Monte-charge.
E Quai.
F Lignes de Rouen, Havre, Dieppe et Fécamp.
G Ligne de Cherbourg.
H Ligne de Saint-Germain.
I Ligne d'Argenteuil.
J Ligne de Versailles.
K Ligne d'Auteuil.
L Quai aux voitures.
M Rampe.
N Bureau.
N' Bureaux de la direction des travaux.
O Grue Arnoux.
P Grue de 6 mètres.
QQ Grues de 2 mètres.
R Bureau des préposés.
S Petit atelier.
T Réservoir.
U Lampisterie.
V Atelier.
XX Quai à coke.
Y Aiguilleurs.
Z Chauffoir.
11 Maisons particulières.
2 Salle des pas perdus pour la ligne de Saint-Germain
3 Salle des pas perdus pour les lignes d'Auteuil, Versailles et Argenteuil.
4 Bureaux.
5 Billets et entrée des salles d'attente pour les grandes lignes.
6 Administration.
7 Arrivée des voyageurs des grandes lignes.
8 Salles d'attente des grandes lignes et de celle de Saint-Germain.
a Propriété de la Compagnie.
b Id.
c Id.

En général, lorsque le bâtiment longe le trottoir de départ, il est d'usage que l'entrée du bureau se trouve sur la face du bâtiment opposée à celle qui borde le trottoir (chemin d'Orléans, Londres, Birmingham, Lyon, etc.). Au chemin de Versailles (rive gauche) toutefois, le bâtiment (gare de Versailles) étant sur le côté du trottoir (fig. 188), on entre dans les bureaux par l'une des extrémités. Au chemin de Londres à Douvres (ancienne gare de Bricklayers), on entre aussi par l'extrémité, comme au chemin de Versailles (rive gauche) les jours où l'affluence des voyageurs n'est pas extraordinaire; mais, aux jours fériés, on ouvre deux portes, l'une à l'extrémité pour les voyageurs de première classe, l'autre sur le côté pour ceux de seconde classe.

En supprimant complétement, comme on l'a fait sur le chemin de Versailles (rive gauche) dans l'ancienne gare et sur celui de l'Est, section de Strasbourg, l'admission du public sur le côté, on évite la double façade, mais on se prive de l'avantage de préserver les voyageurs qui attendent le départ du convoi des atteintes de la pluie, sous ces galeries couvertes qui longent le bâtiment sur quelques chemins d'Angleterre, et il faut consacrer une partie de l'intérieur de l'édifice à un spacieux vestibule.

Bâtiment en tête de la gare. — L'établissement du bureau des billets en tête de la gare présente d'ailleurs un inconvénient bien autrement grave, du moins en ce qui concerne les grandes lignes :

la salle de dépôt pour les bagages, devant en être voisine, se trouve ainsi à une grande distance du wagon à bagages, toujours placé en tête du train entre le tender et les voitures de voyageurs. Les bagages sont alors transportés dans ce wagon au moyen de brouettes ou de petit chariots le long du trottoir de départ, comme au chemin de fer du Nord (ancienne gare), ou bien il faut, comme on l'a fait au chemin de l'Est, amener sur les voies le wagon à bagages, en tête de la gare, pour le charger et le ramener ensuite en tête du convoi. Dans l'un et dans l'autre cas, les manœuvres sont longues et coûteuses : dans le premier, les brouettes ou chariots roulant sur le trottoir à l'heure du départ gênent la circulation des voyageurs, et, dans le second, on est obligé de consacrer au service spécial des bagages une voie qui pourrait être fort utile pour le remisage. Au chemin de l'Est, la totalité des bagages ne pouvant pas être chargée directement dans le wagon amené en tête de la gare, une partie considérable était forcément transportée dans des chariots sur toute la longueur du trottoir. Le chef de la gare a calculé que chacun des hommes qui roulent ces chariots parcourt de 25 à 30 kilomètres par jour.

Mais, si c'est un grave inconvénient que celui de transporter les bagages à une distance considérable, sur les lignes où ils se présentent en grande quantité, cet inconvénient est bien moindre sur un chemin de banlieue, où le service des bagages est insignifiant, et alors on trouve, dans l'établissement du bâtiment en tête, l'avantage de pouvoir faire usage de trottoirs intermédiaires, et celui d'employer indifféremment, comme trottoir de départ, l'un des trottoirs latéraux extrêmes, sans obliger les voyageurs à traverser les voies pour y accéder.

Ainsi l'établissement du bâtiment en tête de la gare, présentant de graves inconvénients pour le service des grandes lignes, est au contraire avantageux pour celui des chemins de banlieue, aussi a-t-on, sur le chemin du Nord, où les deux services ont une égale importance, construit deux bâtiments, l'un en tête l'autre sur le côté.

Bâtiment au milieu de la gare. — En plaçant le bâtiment des salles d'attente au milieu de la gare, comme au chemin de fer de

Versailles (rive droite), on a eu pour but de se ménager les moyens de partir et d'arriver successivement sur les deux voies latérales aux deux trottoirs qui longent ce bâtiment, et d'éviter ainsi la perte de temps qu'exige la manœuvre par laquelle on fait passer chaque convoi de la voie d'arrivée sur la voie de départ.

Cette disposition est très-ingénieuse sans doute, et il est incontestable qu'on en a tiré un très-heureux parti; mais elle est loin d'être à l'abri de la critique.

Le bâtiment des salles d'attente partageant ainsi la gare en deux parties distinctes et pour ainsi dire indépendantes l'une de l'autre, la surveillance du chef de gare se trouve divisée d'une manière fâcheuse; il faut un plus grand nombre de voies, puisque, de chaque côté du bâtiment, on doit poser une voie de service pour les locomotives; en outre, la gare couvre un plus grand espace de terrain.

Quelquefois, sans doute, il peut être utile, sur un chemin où, à certains jours, les départs ont lieu de quart d'heure en quart d'heure, d'éviter l'obligation de changer les wagons de voie, au moment de l'arrivée; mais l'on parvient au même résultat d'une manière plus satisfaisante, à notre avis, en plaçant le bâtiment en tête.

Comparaison des différents modes de manœuvre. — Si l'on compare entre eux les différents modes décrits plus haut pour la manœuvre des machines locomotives au moment de l'arrivée, on trouve que celui qui consiste à recueillir les billets avant l'entrée en gare et à pousser les convois de manière à ne laisser jamais pénétrer les locomotives sous la halle est préférable, en ce qu'il rend le contrôle des billets plus facile, procure l'économie d'une voie de service couverte pour la machine, et permet de retourner la machine bout pour bout, sans la détacher du tender, sur une grande plaque tournante, plus facile à loger au delà des trottoirs qu'à l'extrémité des voies.

L'ancien mode toutefois présente un avantage, celui de ne pas nécessiter le stationnement des convois à l'entrée même de la gare. Aussi a-t-il été conservé sur les chemins de faible longueur, où chaque minute devient précieuse, et même sur plusieurs grandes lignes (chemin de Lyon, chemin du Nord). Au chemin du Nord,

on recueille les billets à la sortie de la gare ; au chemin de Lyon, on les recueille à la dernière station. Ce dernier mode se prête bien moins à la fraude que le premier. Au chemin de Strasbourg, dans l'origine, les convois directs seuls entraient sous la halle couverte avec la machine, et les billets n'étaient recueillis qu'à la sortie de la gare, ce qui ne présentait aucun inconvénient, parce que ces convois ne contiennent que des voyageurs de première classe.

Composition de la gare au delà des trottoirs. — Il nous reste à parler de la disposition générale de la partie des gares qui se trouve au delà de l'extrémité des trottoirs et de la halle couverte, nous réservant de revenir plus loin, après avoir traité complétement de l'ensemble des dispositions d'une gare d'arrivée ou de départ, sur la distribution intérieure du bâtiment des salles d'attente, le mérite des différentes espèces de remises, etc., etc.

C'est dans cette seconde partie de la gare, avons-nous dit, que se trouvent toujours les changements de voie, les remises de locomotives, une partie si ce n'est la totalité, des remises de wagon ; les magasins de coke et réservoirs avec grues hydrauliques, et quelquefois des ateliers de réparation plus ou moins vastes et des bâtiments pour le service des marchandises.

Disposition des changements de voie. — *Les changements de voie, sur un chemin à deux voies, doivent être placés de manière que les convois qui marchent sur une même voie dans une même direction ne rencontrent jamais la pointe des aiguilles*, et que par conséquent ils ne puissent entrer dans le changement de voie qu'à reculons. Dans les gares extrêmes cependant, on s'est écarté assez fréquemment de cette règle, soit qu'on y ait été forcé par la nature du service, soit qu'on y ait attaché peu d'importance, parce que les convois ne doivent marcher dans ces gares qu'à petite vitesse, et que, par conséquent, ils peuvent changer de voie sans grand danger.

La règle que nous venons de poser ne peut s'appliquer, dans tous les cas, qu'aux chemins à deux voies.

Nous recommandons surtout de faire entrer toujours les convois dans les gares de marchandises à reculons, comme au chemin de Strasbourg, plutôt que directement, comme aux chemins de Lyon et de l'Ouest. La manœuvre de ces convois est alors un peu plus dif-

ficile, mais le service devient bien moins dangereux [1]. Il était d'autant plus important, au chemin de Strasbourg, de faire entrer ainsi les convois de marchandises, que l'entrée de la gare est masquée du côté de l'arrivée par une courbe et par des bâtiments.

Suivant le projet d'une nouvelle disposition de la gare de la Chapelle au chemin du Nord, les trains de marchandises entreraient directement dans la gare, mais l'aiguille serait placée à plus de 300 mètres de l'entrée réelle de la gare. « De cette manière, dit le rapport des ingénieurs du Nord sur ce projet, si un train de voyageurs fait fausse route, le mécanicien s'en apercevra à temps et pourra s'arrêter sans occasionner d'accidents; avec une semblable précaution et un signal fonctionnant bien, l'entrée directe nous paraît sans danger et elle a l'avantage de donner lieu à une moins longue interuption des voies principales en général et de la voie de devant en particulier, sur laquelle, lorsqu'on entre à reculons, il faut nécessairement arrêter entièrement le train pour faire ensuite la manœuvre à contre voie. Cette manœuvre est souvent assez longue et elle l'est d'autant plus que le train est plus chargé. »

Nous ne saurions partager entièrement la confiance de MM. les ingénieurs du Nord. Une longueur de voie de 300 mètres ne suffit pas pour arrêter un train très-chargé lancé à une certaine vitesse. Malgré les inconvénients de l'entrée à reculons, inconvénients que nous sommes loin de contester, nous les préférons à l'entrée directe.

Les voies d'arrivée et de départ doivent toujours être réunies par un changement de voie. Les voies de remisage doivent aussi communiquer directement ou indirectement avec les voies de départ et d'arrivée par des changements de voie.

On emploie avec avantage, pour diminuer l'étendue et la complication des voies et la longueur des gares, le changement de voie à trois aiguilles, décrit précédemment; mais il faut s'appliquer dans ce cas à réduire autant que possible la variation de largeur de la voie que nécessite ce genre de changement de voie, comme on l'a

[1] Un accident très-grave a eu lieu sur le chemin de fer de l'Ouest, parce qu'un convoi de voyageurs est entré mal à propos dans la gare des marchandises. — Au chemin de fer du Nord, en pareille circonstance, un mécanicien a été tué — Au chemin de fer de Lyon, plusieurs wagons ont été brisés, mais les voyageurs n'ont pas souffert.

fait pour l'établissement des changements de ce genre posés récemment.

Séparation des différents services. — *Les voies et bâtiments pour le service des voyageurs, des marchandises, des ateliers et l'alimentation ou le nettoyage des locomotives, doivent former, dans la gare, autant que possible, des groupes tout à fait distincts.*

Nous présenterons comme un véritable modèle de simplicité à cet égard l'ancienne station extrême de Bricklayers, sur le chemin de Douvres (fig. 200).

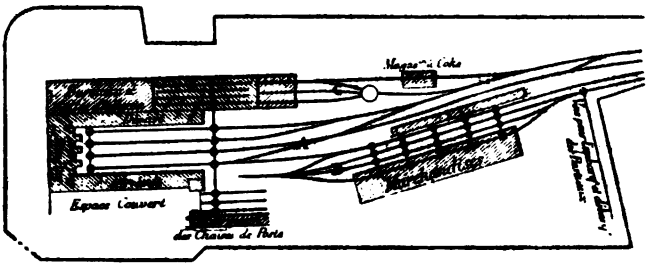


Fig. 200. — Ancienne gare de Bricklayers.

Ancienne gare de Bricklayers. — Le groupe des voies A est affecté uniquement au service des voyageurs, celui des voies B, au service des marchandises, et enfin celui des voies C, au service de remisage, d'alimentation et de nettoyage de locomotives. Il n'y a pas d'ateliers dans cette gare, les machines à réparer sont conduites aux ateliers de Newcross, à une petite distance de Bricklayers [1].

La disposition des voies dans l'ancienne gare de Versailles (rive gauche) (fig. 197) est bonne aussi à imiter dans le cas où le service se fait suivant l'ancien mode, et où l'on manque de largeur.

Emplacement des remises de locomotives et des ateliers. — Les remises de locomotives ainsi que les ateliers, lorsque le choix est libre, doivent être placés de préférence du côté de la voie de

[1] Depuis que cet article a été rédigé, le service des voyageurs sur le chemin de Douvres a été transporté de la gare de Bricklayers à celle du pont de Londres, et la première est uniquement consacrée au service des marchandises.

départ, dont le voisinage est moins dangereux que celle d'arrivée, parce que les machines s'y montrent moins inopinément que sur la dernière. Il convient de les réunir, autant que faire se peut, d'un même côté, afin d'éviter le passage trop fréquent au travers des voies principales.

Au chemin de l'Est, on avait établi dans l'origine une remise de locomotives tout près de la gare des voyageurs et une seconde à la distance d'un kilomètre, dans la gare des marchandises. On a démoli la première pour concentrer le service dans la seconde.

Il importe que les grands réservoirs d'eau pour l'alimentation des locomotives soient en communication avec tous les bâtiments, afin de pouvoir, en cas d'incendie, en utiliser presque instantanément le contenu.

Composition de la partie de la gare consacrée à la grande vitesse considérée dans ses détails.

Bâtiments des voyageurs et annexes. — Nous n'avons jusqu'à présent étudié la composition des gares extrêmes que dans leur ensemble.

Composition des bâtiments des voyageurs. — Si l'on cherche à se rendre compte de la composition des bâtiments consacrés au service des voyageurs dans une gare extrême, on trouve que ces bâtiments renferment généralement, dans la partie spécialement consacrée au départ :

Un vestibule plus ou moins vaste;

Des bureaux pour la distribution des billets aux voyageurs ;

Un bureau d'inscription des bagages et une salle pour le service des bagages au départ;

Un bureau pour l'inscription des marchandises, dites *de messagerie* (marchandises transportées avec les voyageurs par les trains de grande vitesse) et une salle pour les déposer;

Un bureau de correspondance;

Un local pour le télégraphe;

Un local pour le service de la poste;

Une ou plusieurs salles d'attente plus ou moins grandes avec dépendances;

Des salles ou bureaux pour le chef de gare, pour les sous-chefs et pour les gardes, gens de service, etc., etc ;

Des cabinets pour le commissaire de surveillance et le commissaire de police (en France du moins);

Une lampisterie;

Un local pour préparer les chaufferettes;

Un cabinet pour déposer, en attendant l'ouverture des bureaux et le départ du train, les effets que les voyageurs ont l'habitude de transporter avec eux dans les wagons, tels que sacs, parapluies, manteaux;

Des urinoirs et des latrines.

Du côté de l'arrivée on place habituellement une salle de bagages avec salle d'attente y attenant pour les voyageurs qui attendent leurs bagages;

Un bureau pour les employés de l'octroi;

Une ou plusieurs salles pour la visite des employés de l'octroi ou des douanes;

Un vestibule de sortie pour les personnes qui sortent sans bagages;

Une salle pour le dépôt de marchandises des messageries à l'arrivée et un bureau pour la distribution.

On place indifféremment du côté du départ ou du côté de l'arrivée :

Un bureau pour le médecin;

Quelquefois un buffet;

Quelquefois aussi un corps de garde;

Un bureau de réclamations des objets perdus et une salle pour les déposer;

Les bureaux de l'administration, y compris ceux de l'ingénieur en chef;

Le logement du directeur de l'exploitation et ceux de certains employés supérieurs, tels que le chef du mouvement, le chef de la gare, etc., etc.;

Un logement pour le chef des employés de la douane;

Parfois, mais très-rarement, le bureau du chef de gare est placé du côté de l'arrivée.

Bureau pour la distribution des billets. — Lorsque la gare est en déblai ou au niveau du sol, comme celles des chemins d'Orléans à Paris, du Nord et de l'Est, les bureaux de distribution des billets et les salles d'attente sont au rez-de-chaussée. Si, au contraire, la gare est en remblai ou sur arcade, comme aux chemins de Saint-Germain, de Versailles (rive droite), de l'Ouest (Montparnasse), de Rouen et de Vincennes, gares de Paris, les bureaux sont ordinairement au rez-de-chaussée, et les salles d'attente au premier. Au chemin de Nîmes à Montpellier cependant, les bureaux et les salles d'attente de la gare de Nîmes, bien que la gare soit en remblai, sont au rez-de-chaussée.

Les bureaux, étant au même niveau que les salles d'attente, sont ordinairement placés au centre, et les salles d'attente, de bagages et de visite sur le côté à droite et à gauche des bureaux; chemins d'Orléans, de Lyon, de l'Est et du Nord (gares de Paris).

Aux chemins de Versailles (rive gauche) (gare de Versailles) et au chemin de Londres à Douvres (gare de Bricklayers), les bureaux ont été placés à l'extrémité du bâtiment des salles d'attente, contre le trottoir de départ.

Nous avons déjà signalé les avantages et les inconvénients de cette disposition.

En Angleterre, non-seulement les voyageurs des différentes classes prennent leurs billets à des bureaux distincts, mais encore ils entrent quelquefois par des portes différentes dans le vestibule des bureaux, et, si les salles d'attente se trouvent à un étage supérieur, ils y montent par des escaliers différents; ils ne se rencontrent plus alors qu'après leur sortie des stations à l'arrivée.

En France, où les habitudes sont moins aristocratiques, les billets pour les places de première, seconde et troisième classe se distribuent ordinairement dans un seul et même bureau, et lorsque les salles ne sont par de plain-pied avec le bureau, le même escalier sert pour toutes les classes. Ce n'est que dans les salles d'attente que la division s'opère.

Sur quelques chemins anglais, les employés qui distribuent les

billets ne sont séparés du public que par une table arrondie dont les extrémités s'appuient contre le mur du bureau, ou par une table droite qui s'étend sur une partie plus ou moins grande de la longueur de la pièce.

Sur les chemins français, ils sont toujours renfermés dans une espèce de cage vitrée ou grillée, adossée ordinairement au mur postérieur.

Sur les grandes lignes, il est nécessaire que l'on puisse distribuer les billets, les jours de fêtes, par deux ou trois guichets en même temps.

Bureau pour l'inscription des bagages et salles de dépôt. — Le bureau d'inscription des bagages et la salle de dépôt des bagages au départ doivent être voisins du bureau des billets. Au chemin de fer de Bâle à Strasbourg, l'éloignement du bureau des bagages de celui des billets, dans les anciennes stations, nuisait beaucoup au service. On a aussi recommandé de placer autant que possible le bureau de réception des bagages entre le bureau de distribution des billets et les salles d'attente, afin que les voyageurs, après avoir pris les billets, ne soient pas obligés de rétrograder pour se rendre au bureau des bagages.

Cette disposition présente cependant un grave inconvénient : les hommes de peine portant les bagages au bureau nuisent alors à la circulation des voyageurs.

Le bureau pour l'inscription des bagages partant et les salles de départ doivent être placés de préférence en arrière du bureau des billets, comme au chemin de l'Est, ou en avant des salles d'attente, comme au chemin de Lyon. (Voir les plans de ces gares.)

Pour faciliter la translation des bagages de la salle où ils sont déposés, cette salle doit être le plus voisine possible de la tête du convoi où se place le wagon à bagages, et, par conséquent, de l'extrémité des trottoirs opposée à celle de la gare. Cette condition se trouve plus facilement remplie, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, lorsque les bâtiments des salles d'attente sont placés sur le côté que lorsqu'ils sont en tête de la gare.

Par une raison semblable, la salle pour le dépôt et la visite des bagages à l'arrivée, placée dans un bâtiment construit à côté du

trottoir d'arrivée, doit être, au contraire, voisine de l'extrémité antérieure de la gare. Une barrière établie en travers du trottoir, entre le wagon de bagages et les wagons à voyageurs, permet de transporter les bagages du wagon dans la salle sans gêner les voyageurs.

On a proposé d'amener le wagon à bagages dans la salle même d'arrivée, vis-à-vis l'une des tables. Cette disposition mérite un sérieux examen.

La salle de visite est ordinairement divisée longitudinalement en deux parties par deux tables parallèles qui s'étendent d'une extrémité à l'autre. Ces tables sont distantes l'une de l'autre de $0^{m},75$ à 1 mètre; les facteurs déposent les colis sur la plus voisine du trottoir d'arrivée. Au moment de la visite on fait glisser les colis sur la seconde table devant le voyageur et l'employé de l'octroi.

La salle d'attente consacrée aux voyageurs qui attendent leurs bagages doit être contiguë à la salle de visite.

Bureaux de la messagerie. — Les bureaux pour l'inscription des marchandises transportées avec les voyageurs à grande vitesse dites *messagerie*, et les salles pour les déposer au départ ou à l'arrivée, sont ordinairement tout à fait distincts des bureaux des bagages. Ils sont placés à l'extrémité postérieure des gares.

Bureau de réclamation. — Le bureau de réclamation des objets perdus et la salle de dépôt de ces objets sont placés en un point quelconque de la gare facilement accessible au public.

Salles d'attente. — Les salles d'attente se subdivisent en :

Salles d'attente de première, deuxième et troisième classe;

Boudoir pour les dames avec accessoires.

Quelquefois on place les voyageurs des stations dans une salle ou dans un compartiment distinct, afin de pouvoir les faire monter plus facilement dans des voitures spéciales (chemin de Versailles).

Au chemin de Londres à Birmingham, et au chemin de Bristol, on a réservé des salles spéciales pour la reine et pour sa suite, et, au chemin du Nord, pour la famille impériale.

En Angleterre, les salles d'attente de première classe sont toujours séparées de celles de seconde et de troisième classe par des murs ou cloisons. Les voyageurs de seconde et troisième classe

sont quelquefois confondus les uns avec les autres dans une même salle ; quelquefois ils sont séparés.

En France, sur certains chemins (chemin de Versailles), tous les voyageurs, réunis dans une salle unique, très-vaste, ne sont divisés en classes différentes que par de légères barrières.

Sur d'autres lignes, comme aux chemins de Lyon et de l'Est, ces barrières sont remplacées par d'épaisses cloisons de 1m,50 à 2 mètres de hauteur, et enfin, sur certains chemins (chemin d'Orléans), les salles sont entièrement distinctes, comme en Angleterre.

En Angleterre les salles d'attente sont très-petites, et souvent pourraient à peine contenir les voyageurs d'un convoi. En revanche, les trottoirs de la station sont fort larges et toujours couverts. Lorsque les voyageurs ne sont pas en très-grand nombre, il leur est loisible de s'y promener et d'examiner le chemin jusqu'au moment du départ, ou d'entrer dans les voitures dont les portières sont ouvertes. Lorsqu'au contraire il y a foule, on les invite à monter dans les voitures dix minutes auparavant.

Souvent on limite par des barrières l'espace dans lequel les voyageurs peuvent se promener sur le trottoir, et on les empêche ainsi de gêner les employés dans leurs fonctions.

En France, on les enferme dans des salles d'attente dont les dimensions sont calculées de manière qu'elles puissent contenir les voyageurs de deux convois les plus chargés que l'on conduise, et tous les voyageurs d'une même classe sortent à la fois de ces salles au moment du départ.

Des deux modes adoptés pour l'embarquement des voyageurs, le mode anglais nous paraît incontestablement préférable.

Ces magnifiques trottoirs sur lesquels se promène paisiblement la foule des voyageurs, ces portes toujours ouvertes au public, ces voies nombreuses avec leurs locomotives qui s'arrêtent comme par enchantement dans les gares lorsqu'elles semblent entraînées par une force indomptable, c'est là vraiment un grand et beau spectacle qui donne une juste idée de la puissance et du libéralisme des Compagnies qui ont doté leur pays de ces merveilleux instruments de travail. Les voyageurs qui pénètrent librement dans la gare à toute heure se familiarisent avec les machines en les étudiant. Ils

cessent, en les admirant, de les craindre, et c'est ainsi que les chemins de fer deviennent populaires.

En emprisonnant, au contraire, les voyageurs qui attendent les convois dans des salles où on ne laisse souvent pénétrer le jour que par les combles, les Compagnies paraissent douter de leur force et n'avoir de confiance que dans les murs les plus élevés pour faire respecter leur propriété. Elles semblent vouloir cacher à tous les regards ce moteur, qui n'est réellement redoutable que pour ceux qui ne le connaissent pas.

Dans le premier cas, les premiers arrivés occupent les meilleures places des wagons; dans le second, ces places appartiennent aux plus lestes ou aux plus forts.

Nous conseillons donc d'adopter, exception faite de quelques cas particuliers, le mode anglais sur nos chemins de fer, et nous devons ajouter que, sur le chemin de Versailles, nous avons vu, certains jours de grandes eaux, la foule, qui, contenue dans les salles d'attente, était très-turbulente, devenir parfaitement tranquille dès qu'on lui ouvrait les portes, et attendre sans impatience des convois en retard. Le même fait s'est reproduit lors du tir fédéral à Bâle. Si, jusqu'à ce jour, les administrations françaises de chemins de fer ont montré peu de disposition à laisser circuler le public sur les trottoirs, comme en Angleterre, cela tient non-seulement à de vieilles habitudes, mais encore à la faible largeur des trottoirs de certaines gares ou à leurs dispositions vicieuses. A la station de Bellevue, sur le chemin de Versailles (rive gauche) les voyageurs attendent le train sur le quai. Il en est de même à la station d'Enghien (chemin du Nord) et dans les stations du chemin de Vincennes.

Il est très-important que les salles d'attente soient bien aérées, car c'est en été surtout qu'elles se remplissent.

Aux chemins de Saint-Germain et de Versailles (rive droite), on a cru devoir placer les fenêtres à une grande hauteur pour que le public impatienté d'attendre l'heure du départ ne les brisât point.

Les salles d'attente ainsi éclairées deviennent fort tristes. Nous pensons qu'il vaut mieux leur donner plus de jour, au risque de voir quelquefois les vitres brisées par la foule.

On peut d'ailleurs ne placer des fenêtres que du côté opposé à celui du chemin. C'est ce qu'on a fait dans la gare du chemin de Versailles (rive gauche); ces fenêtres et quelques portes entre les fenêtres s'ouvrent sur un jardin qui, en cas de beau temps, devient une succursale de salle d'attente.

On peut encore aérer les salles d'attente artificiellement.

Enfin il est essentiel, pour ne pas gêner la circulation, de n'établir du côté du chemin que des portes roulantes rentrant dans l'épaisseur des murs.

Bureaux divers. — Les bureaux pour le chef de gare, les surveillants et gens de service, sont indifféremment établis dans le bâtiment des salles d'attente, comme aux chemins de Lyon et de Strasbourg (gare de Paris), ou dans des bâtiments spéciaux, comme au chemin de Versailles (rive gauche), gare de Versailles.

Le bureau du chef de gare doit toujours se trouver dans l'intérieur même de la gare, à proximité des trottoirs. Lorsque le bâtiment des salles d'attente est sur le côté, on peut le placer dans ce bâtiment même; mais, quand il est en tête, il faut lui affecter hors de ce bâtiment un local spécial plus voisin du trottoir de départ.

Le cabinet du médecin doit être d'un facile accès pour les employés.

Le commissaire de surveillance est, sur quelques chemins, celui d'Orléans, par exemple, logé dans un bâtiment spécial; sur d'autres lignes, au chemin de Strasbourg, son bureau se trouve dans le bâtiment des salles d'attente, près de celui du chef de gare.

On a trop négligé sur nos chemins de fer l'établissement des lieux d'aisances et des urinoirs. Les chemins de fer anglais offrent sous ce rapport d'excellents modèles.

Il importe particulièrement de les bien ventiler et d'y amener une grande quantité d'eau.

C'est surtout dans les cours d'arrivée qu'il importe de donner aux urinoirs de grandes dimensions.

Service des bagages et de la messagerie. — Les services des bagages et de la messagerie ont, aussi bien que le service proprement dit des voyageurs, une grande importance. — Nous nous

sommes borné jusqu'à présent à indiquer l'emplacement des salles de dépôt au départ et à l'arrivée, et du bureau d'inscription. Nous reproduisons une note plus détaillée sur ce service, note que nous avons insérée dans la première édition, et qui a été rédigée par M. Eugène Flachat; mais nous supprimons tout ce qui est relatif aux salles de bagages du Nord et de l'Ouest qui seront très-prochainement remplacées par des salles plus commodes et plus spacieuses.

Le service du transport des colis à grande vitesse comprend les divisions suivantes :

1° Bagages des voyageurs.
2° Articles de messagerie.
3° Douane.
4° Marchandises à grande vitesse.

Chacune de ces séries se subdivise en service de *départ* et service d'*arrivée*.

Bagages au départ. — Le bureau de départ sur Lyon et Orléans (fig. 201 et 202), est placé latéralement au trottoir de départ. A l'Est (fig. 203), il se trouve à l'extrémité antérieure de la gare et perpendiculaire aux voies. Nous avons déjà fait observer que cette dernière disposition a l'inconvénient de faire parcourir aux bagages un grand espace entre leur lieu de livraison à la Compagnie et leur mise en place dans le wagon; tandis que sur les deux autres chemins les colis n'ont que le quai à traverser.

Sur Lyon et Orléans la salle des bagages partant renferme une table coupée de distance en distance par des bureaux. Un bureau unique présenterait, quelques minutes avant le départ, un encombrement préjudiciable au rapide écoulement des colis. Cette table est divisée par section ou par embranchement. Orléans, par exemple, emploie :

Une 1re partie de la table pour les bagages en destination d'Orléans.
2e — — — Bordeaux.
3e — — — Nantes.
4e — — — Centre.

Chaque portion de table ayant sur la gare des sorties directes et

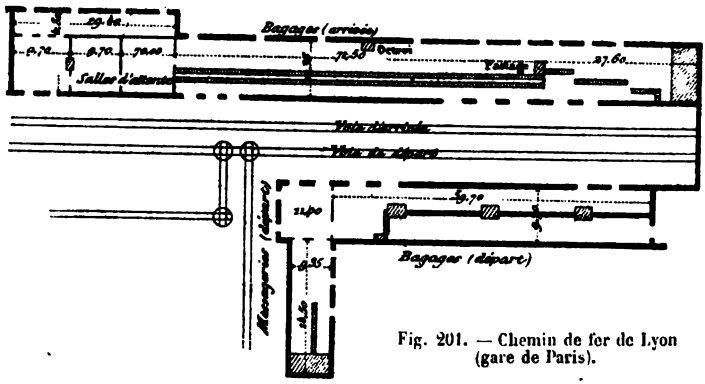


Fig. 201. — Chemin de fer de Lyon (gare de Paris).

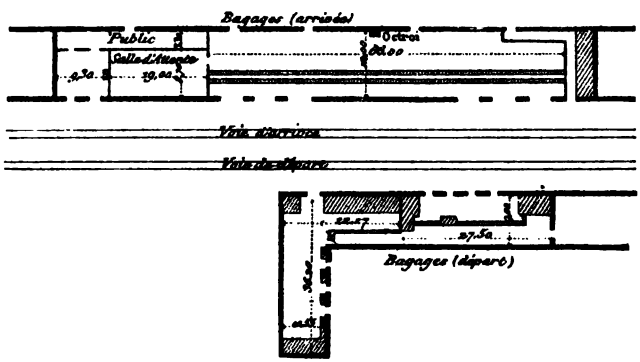


Fig. 202. — Chemin de fer d'Orléans (gare de Paris).

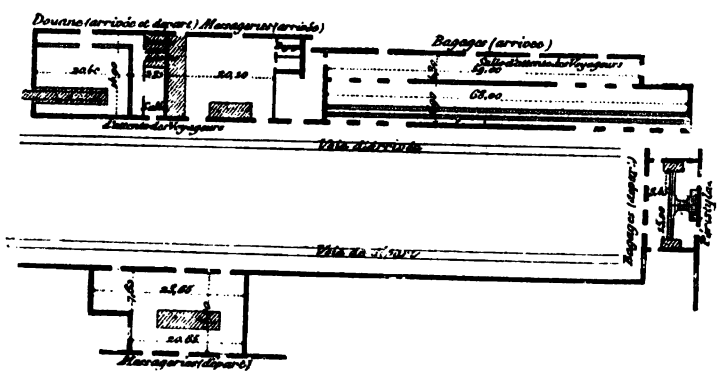


Fig. 203. — Chemin de fer de l'Est (gare de Paris).

correspondantes, le classement et la manutention se font rapidement et sans désordre.

Orléans et Lyon ont ainsi quatre bureaux d'enregistrement des bagages, l'Est deux seulement.

On trouve de plus, à l'Est, une salle de consigne fermée, avec un employé spécial, pour les bagages déposés longtemps avant le départ des trains, ou que, pour un cas fortuit, le voyageur préfère ne pas emporter : ces bagages ne doivent être reçus et rendus que contre un reçu à souche.

Bagages à l'arrivée. — Les salles d'arrivée (fig. 201, 202 et 203) placées latéralement au trottoir d'arrivée affectent toutes la même disposition générale : deux rangées de tables occupent toute la longueur de la salle. Les bagages, pénétrant dans cette salle par un grand nombre de portes s'ouvrant sur le quai, sont classés et placés par station sur la première table, et de là transportés sur la seconde, peu distante de la précédente, à mesure que les voyageurs présentent leurs bulletins aux agents de la Compagnie installés dans l'espace qui sépare ces deux tables : c'est sur cette seconde table, habituellement plus basse que la première, que se fait la visite. — Le bureau de perception de l'octroi est situé dans cette salle sur Orléans, Lyon et l'Est.

Pour faire arriver le voyageur dans la salle où il doit réclamer ses colis; on a adopté les dispositions suivantes : le voyageur se rend d'abord dans une salle où il attend que les colis soient classés sur la première table, sans pouvoir, par son impatience et ses réclamations, gêner le service. — Cette pièce d'attente est placée dans le prolongement de la salle des bagages sur Lyon et Orléans; à l'Est, la salle de bagages est partagée longitudinalement par une barrière mobile derrière laquelle se tiennent les voyageurs. On trouve, dans cette dernière disposition, l'avantage que le voyageur, séparé de la table de distribution par une simple barre de bois, peut circuler de manière à chercher d'avance le point où il doit se présenter, ce qui empêche la confusion de personnes circulant en tous sens à la recherche de leurs bagages au moment de la distribution.

Pour rendre le service encore plus rapide, on ne laisse pénétrer

dans les salles d'attente que les voyageurs munis de leur bulletin : le reste s'écoule directement dans la cour par un passage attenant, où un bureau d'octroi permet l'acquittement des droits aux personnes n'ayant que des paquets. A Lyon, en avant de la salle d'attente est un couloir dans lequel circule le public, qui n'est séparé des voyageurs que par une simple cloison grillagée.

Messageries au départ. — La salle de départ est attenante à celle des bagages, sauf à l'Est, où ces deux salles sont assez éloignées. Elle comprend un bureau unique (Lyon, Est), ou une série de bureaux (Orléans) correspondant aux embranchements établis dans le même but que ceux des salles de bagages. Lyon, seul, emploie une table; à l'Est il y a quelques tablettes contre certaines parties du mur, et des séparations verticales divisant les colis d'après leur destination.

Messagerie à l'arrivée. — La salle d'arrivée est attenante (Lyon, Orléans) à celle des bagages, ou peu distante (Est). Le public et les agents de la Compagnie qui manutentionnent les colis ne sont pas séparés : l'espace leur est commun. Lyon seul fait exception; des tables disposées en escalier pour que la circulation dans la salle ne soit coupée en aucun sens, séparent le public et l'administration de la même manière que dans la salle des bagages. L'Est comprend, de plus que les autres lignes, une consigne pour les colis visités par l'octroi et une seconde pour ceux qui n'ont pas encore subi de visite.

En général, les salles de messageries présentent de nombreuses issues sur la cour extérieure.

Douanes. — Lyon et Orléans n'ont pas de bureaux de douane.

L'Est concentre dans le même local l'arrivée et le départ. Il y a salle d'attente pour les voyageurs, bureau pour le payement des droits, table pour les colis et une voie spéciale avec une fosse pour deux wagons pénétrant dans l'intérieur de la salle.

Le Nord fait ce service sur une plus grande échelle : le départ et l'arrivée sont distincts. Le départ a lieu sous des halles à quai disposées comme pour les marchandises ordinaires.

L'arrivée comprend une vaste salle, avec pièce d'attente, bureaux, tables. Une voie, s'embranchant sur celle d'arrivée au

moyen d'une plaque tournante, traverse la salle de la douane, permet en se bifurquant de laisser à demeure quatre wagons plombés dans l'intérieur, et sort sur des voies de garage par le bout opposé. Un corps de garde de douaniers, une consigne pour les colis non réclamés, et une seconde solidement fermée pour les articles de valeur, complètent cette installation.

Dans les salles de bagages, le plus grand espace, ou au moins un espace égal est réservé au public; la part des voyageurs, dans la salle de douane, est, au contraire, extrêmement réduite; s'il en était autrement, le déchargement des wagons deviendrait trop difficile.

Marchandises à grande vitesse. — Ce service se fait sous des halles en dehors de la surface couverte de la gare. A Lyon, il a lieu sous un hangar de 100 mètres de long sur 14 mètres de large, avec voie d'un côté du quai et pavage de l'autre pour le camionnage, disposition également adoptée sur le Nord. Il n'exige ni la même célérité, ni les mêmes précautions que les services précédents.

Il faut remarquer dans ces chiffres que Lyon et Orléans n'ont pas de douanes; qu'à l'Est le même espace sert pour le départ et l'arrivée des colis plombés, et que la salle des bagages à l'arrivée est insuffisante.

Bureaux de l'administration. — Les bureaux de l'administration centrale sont souvent placés à l'une des extrémités du chemin. Il en est ainsi pour tous les chemins qui aboutissent à Paris.

Une partie de ces bureaux, ceux du service actif, sont ordinairement situés dans le même bâtiment que les salles d'attente et de bagages comme au chemin de l'Est et du Nord. Quelquefois ils sont dans un bâtiment distinct comme au chemin d'Orléans, de l'Ouest et de Lyon. Dans ce dernier cas, il est essentiel que le bâtiment contenant les bureaux du service actif soient voisins de la gare et que l'on puisse communiquer facilement de l'un à l'autre.

Quant au bureau de la comptabilité générale des actions, du secrétariat général, on les a quelquefois logés dans les locaux à une assez grande distance de la gare (Lyon, Orléans).

Si les bureaux de l'administration font partie du bâtiment des

salles d'attente, ils se trouvent ordinairement à un étage supérieur ou inférieur à celui de ces salles, suivant que le chemin est de niveau, en déblai, ou en remblai.

Le service de l'administration doit être entièrement distinct de celui de l'exploitation; il importe donc que l'on parvienne dans le local qui lui est affecté par des escaliers spéciaux, et jamais par ceux des salles d'attente.

Les bureaux de l'administration centrale renferment deux départements bien distincts :

Le département de l'administration proprement dite et de la comptabilité générale;

Le département des constructions et de l'exploitation.

Le département de l'administration proprement dite et de la comptabilité doit contenir :

Des bureaux composés chacun d'un salon et d'un cabinet avec antichambre pour les directeurs;

Un local spécial pour le dépôt des titres;

Une caisse;

Des bureaux spéciaux avec antichambre pour le secrétaire général et le chef du contentieux.

Des bureaux pour les teneurs de livres, agents du contentieux et autres commis, en nombre plus ou moins considérable, suivant l'importance de la ligne;

Une salle pour les réunions du conseil d'administration;

Un local pour les archives de la comptabilité.

Le département de l'exploitation se compose :

De bureaux avec antichambre pour le directeur de l'exploitation, l'ingénieur en chef de la voie, l'ingénieur en chef du matériel, le chef du service commercial ;

De bureaux pour les employés du service central, du mouvement, du contrôle, du service commercial, des réclamations, des travaux et du matériel;

De bureaux pour les dessinateurs ;

De locaux pour les archives.

Il est essentiel d'établir des lieux d'aisances spéciaux pour les bureaux de chaque département.

Les différents bureaux, ainsi que la caisse, doivent, autant que possible, avoir une issue sur un corridor.

Il est très-important que les communications entre ces bureaux soient le plus faciles possible. Au chemin de l'Est, où ils sont répartis dans des bâtiments différents, séparés par de longues galeries, le service est difficile.

Pour obvier jusqu'à un certain point à cet inconvénient et agrandir l'espace qu'ils occupent, on en a construit de nouveaux le long des galeries, et l'on a projeté l'établissement d'une passerelle suspendue entre les deux pavillons nord-ouest et nord-est.

Les plans ou dessins ne pouvant être convenablement exécutés dans des salles mal éclairées, les bureaux de l'ingénieur doivent recevoir le plus de lumière possible.

Nous regardons aussi comme essentiel que les salles pour les archives soient très-vastes, afin que l'on puisse classer avec un ordre parfait les nombreux documents de toute espèce dont les ingénieurs et chefs de l'exploitation d'un chemin de fer doivent soigneusement faire collection.

Le désordre dans les archives a pour conséquence le désordre dans l'exploitation, et, par suite, des pertes considérables pour une compagnie.

Le salon du directeur ou la salle de réunion du comité de direction sert souvent de salle de réunion pour le conseil d'administration, mais pour les grandes compagnies il ne peut être assez vaste pour y réunir l'assemblée générale. Ces assemblées ont lieu ordinairement dans un local particulier, au centre de la ville.

Il faut établir un escalier de service, afin que les administrateurs et chefs de service puissent arriver à leurs cabinets et en sortir sans être obsédés par les solliciteurs.

Trottoirs. — Les trottoirs sont en bitume, en dalles ou planchéiés.

Nous avons déjà insisté sur les avantages que l'on trouve à leur donner une grande largeur.

Leur hauteur était calculée, anciennement, de manière que leur niveau se trouvât de quelques centimètres seulement au-dessous du plancher de la voiture, afin que les voyageurs y pussent entrer

sans se servir des marchepieds et sans se baisser outre mesure pour franchir la portière. *On trouve aujourd'hui plus convenable d'abaisser les trottoirs au niveau des marchepieds.* Leur hauteur se trouve alors réduite à 35 centimètres. Cette modification présente, pour le service de la gare, ce grand avantage que l'on peut établir, au travers du trottoir, des voies transversales en lui donnant simplement une légère courbure à l'emplacement de ces voies, sans qu'il soit nécessaire, comme avec les trottoirs de 90 centimètres, d'y pratiquer une large ouverture qu'il faut recouvrir d'un pont-levis. Les mouvements des employés dans l'intérieur des gares en deviennent aussi beaucoup plus faciles.

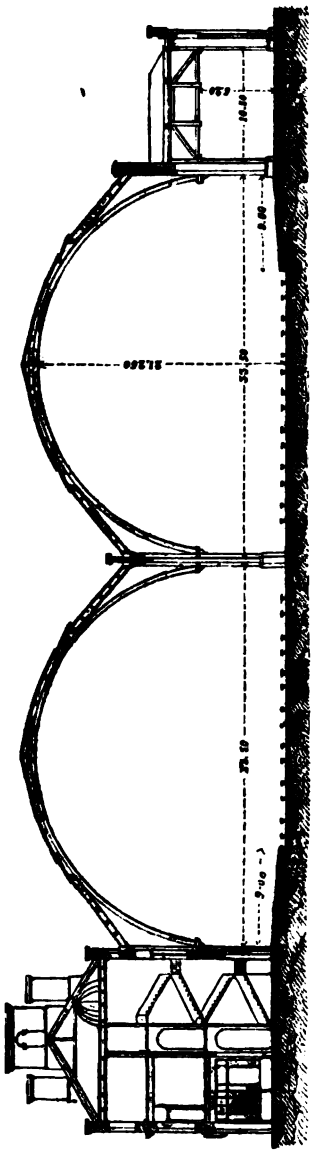


Fig. 204. — Halle du Great-Northern, à Londres.

Quant à la longueur des trottoirs, elle doit être égale au moins à celle des plus longs convois ordinaires, et il importe de ne placer au dehors près de leur extrémité, et sur un certain espace, aucun appareil, aucun obstacle quel qu'il soit qui puisse empêcher les voyageur de monter dans les voitures ou d'en descendre, lorsqu'aux jours d'affluence extraordinaire on est obligé de composer les convois d'un nombre de wagons tel, qu'ils deviennent plus longs que les trottoirs.

Observation sur la manière d'éclairer la halle couverte. — La lanterne placée sur le milieu du faitage éclaire parfaitement les voies, mais elle laisse dans l'obscurité ou à peu près la salle d'attente et les bureaux latéraux. — Il vaut mieux, pour donner du jour à la halle, placer des châssis à tabatière contre le bâtiment, comme au Great-Northern (fig. 204).

Sol sous la halle. — La portion de la gare occupée par les voies entre les trottoirs sous la halle couverte ne doit pas être ballastée comme les parties extérieures. La poussière du ballast, tombant sur les voitures, en rendrait le nettoyage plus difficile. Le sol entre les voies est alors consolidé au moyen d'un briquettage, d'un bitumage, d'un pavé en pierre ou d'un pavé en bois.

Au chemin de Strasbourg, le pavage en bois, préparé dans les ateliers, n'est pas revenu à plus de 4 francs le mètre carré.

Bâtiment type. — Avant de commencer la description des remises et pour terminer l'article relatif au bâtiment des voyageurs, nous indiquerons, comme type d'une disposition à peu près irréprochable pour un service de grande ligne, le bâtiment des voyageurs du chemin de Lyon à Paris (fig. 205), et nous rappellerons les nombreux défauts de celui du chemin de l'Est.

Au chemin de Lyon, les abords de la gare, au départ et à l'arrivée, ne laissent rien à désirer : le vestibule, au départ, est d'une grande beauté; les salles d'attente et les salles de bagages, au départ et à l'arrivée, sont bien placées et très-spacieuses, les trottoirs ont les dimensions convenables, les voies enfin sont suffisantes pour le nombre et pour la longueur. Au chemin de l'Est, la salle des bagages, au départ, est trop éloignée de la tête des convois et elle est beaucoup trop petite. Celle à l'arrivée est beaucoup mieux placée, mais elle n'est pas assez grande. Les voies sont trop peu nombreuses et trop courtes, les bureaux de l'administration sont trop éloignés les uns des autres, et la cour latérale du côté du départ est complétement inutile.

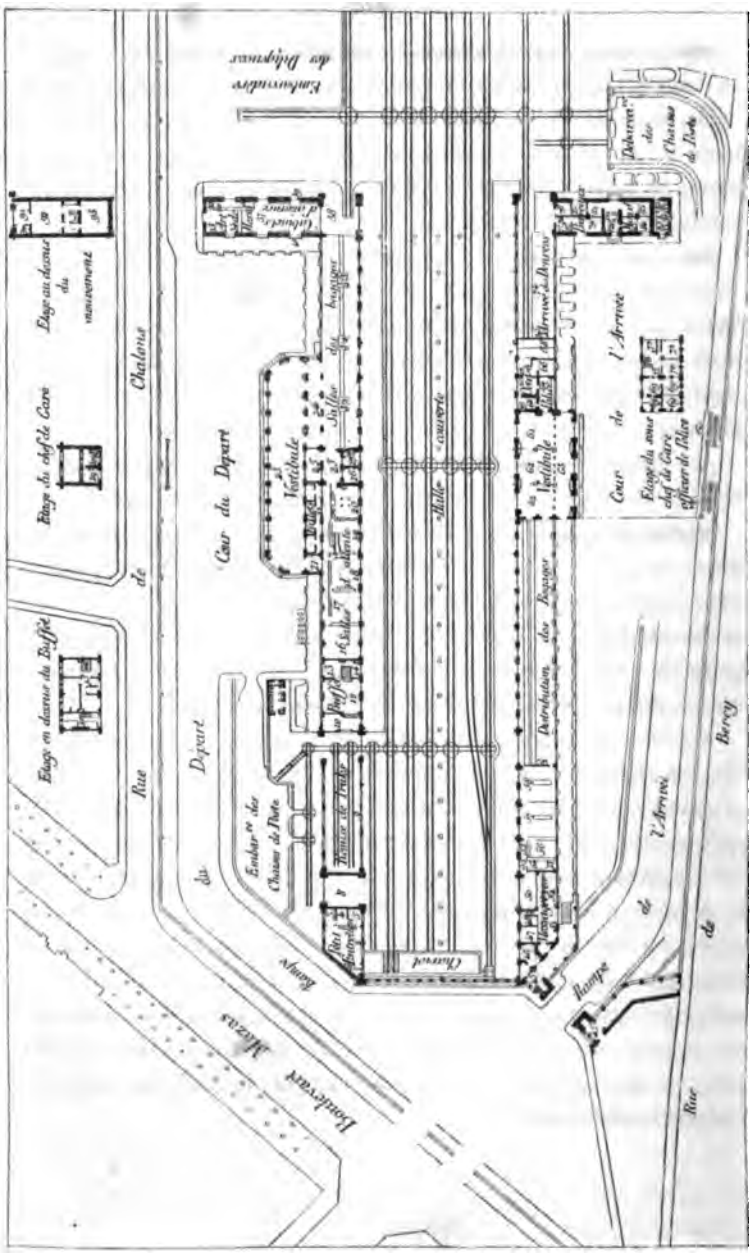


Fig. 205. — Gare du chemin de fer de Paris à Lyon, à Paris.

GARE DU CHEMIN DE FER DE PARIS A LYON

LÉGENDE :

Côté du départ.

1	Escalier de service pour les caves.	
2	Petit entretien.	Forge et atelier.
3		Magasin des graisses.
4		Magasin des pièces de rechange.
5		Bureau.
6	(Étage.	Atelier des tapissiers.
7	(Id.).	Magasin.
8	Magasin du matériel du mouvement.	
9	Remise des trucks.	
10	Corps de garde des équipes.	Corps de garde.
11	(Étage).	Dortoir des hommes d'équipe.
12	Buffet.	Salle du café-restaurant.
13		Buvette.
14	(Etage).	Laboratoire.
15		Dépendances et logements.
16	Salle d'attente.	3e classe, stations au delà de Montereau.
17		— — de Paris à Montereau.
18		2e classe, — au delà de Montereau.
19		— — de Paris à Montereau.
20		1re classe — —
21	Passage conduisant aux correspondances et billets.	
22	Bureau de distribution des billets.	
23	Vestibule du départ.	
24	Passage aux salles de bagages.	
25	Passage aux salles d'attente.	
26	Bureau du chef de gare.	
27	Passage pour le service.	
28	Bouilleurs pour les chauffeurs.	
29	Étage.	Bureau du chef de gare.
30		Antichambre.
31	Salle des bagages.	Réception et passage des bagages.
32		Bureaux des receveurs de la ligne de Lyon à Troyes.
33		Id.
34	Bureau des articles de messagerie.	Dépôt des colis.
35		Bureau des employés.
36		Réception des articles.
37		Bureau du factage.
38		Chargement des colis.
39	Cabinets d'aisances.	Côté des hommes.
40		Côté des femmes.
41		Cabinets des hommes d'équipe.
42		Chambre de la gardienne.
43		Couloir pour les cabinets des femmes.
44	Bureau des correspondances.	

Nota. — Il existe des caves sous toute la surface des salles d'attente et de bagages, dans lesquelles sont placés les calorifères.

Côté de l'arrivée.

45	Passage conduisant à l'administration à construire ultérieurement.
46	Magasin des litiges.
47	Consigne de la ligne de Lyon.
48	— de la ligne de Troyes.
49	Passage de service.
50	Articles bureau restant de la ligne de Lyon.
51	Dépôt de factage et de la messagerie de Troyes.
52	Bureaux de factage et de la messagerie de Troyes.
53	Passage.

54	Bureau des articles de messagerie.	Bureau des employés.
55		Chef de bureau.
56		Entrée du public.
57		Dépôt des colis, ligne de Lyon.
58		— ligne de Troyes.
59	Salle de distribution des bagages.	Distribution et visite des bagages.
60		Bureau des sous-facteurs.
61	Vestibule de sortie.	Voyageurs avec bagages.
62		Voyageurs sans bagages.
63		Partie affectée au public.
64	Corps de garde de l'octroi.	Employés.
65		Brigadiers.
66	Commissaire de police.	Bureau.
67		Antichambre.
68	Corps de garde de la troupe.	
69	Logement du sous-chef de gare.	Étage.
70	Chambre pour le commissaire.	Id.
71	— de l'officier de police.	Id.
72	— des agents de police.	Id.
73	Violon.	Id.
74	Trottoir d'arrivée du lait et des denrées pour le marché.	
75	Bureau de l'employé au lait.	
76	Bureau du mouvement.	Entrée des bureaux.
77		Poste télégraphique.
78		Salle des conducteurs.
79		Employés.
80		Sous-chef.
81		Salle des chefs de train.
82		Entrée des bureaux.
83	Service médical.	Salle d'attente.
84		Cabinet du médecin.
85	Atelier des lampistes.	
86	Cabinets d'aisances.	Côté des hommes.
87		Côté des femmes.
88		Cabinet des employés.
89		Chambre de la gardienne.
90	Bureau du mouvement (Étage). . .	Antichambre.
91		Bureau du chef du mouvement.
92		Magasin du matériel.
93		Dépôt des objets trouvés.

A la gare de l'Est, en donnant aux pavillons d'avant de plus grandes dimensions, afin de pouvoir supprimer ceux d'arrière, on aurait pu établir, comme au chemin du Nord, en dehors de la halle couverte, latéralement au bâtiment, des voies d'une certaine longueur qui eussent été fort utiles. On a trop sacrifié, sur ce chemin, l'utile à la décoration architectonique.

Les bâtiments de la nouvelle gare du Nord nous paraissent parfaitement disposés pour un chemin qui réunit un service actif de banlieue à un service de long parcours.

Composition et disposition des remises de voitures. — Les remises sont de deux espèces : celles pour les voitures et celles pour les locomotives.

Les premières consistent assez souvent en de simples hangars, qui contiennent quelquefois des ateliers pour l'entretien de la menuiserie, de la sellerie et de la peinture.

Les parties de ces remises consacrées à la peinture des wagons doivent être bien aérées et suffisamment éclairées, bien closes, plafonnées et chauffées en hiver.

Les remises de wagons sont quelquefois à deux étages. C'est alors au second étage que se trouve l'atelier des peintres.

Les voitures sont élevées à l'étage supérieur au moyen de machines. Les wagons, dans les remises, passent d'une voie sur une autre, tantôt au moyen de plaques tournantes, tantôt au moyen de chariots de service.

L'usage des chariots de service est beaucoup plus économique que celui des plaques tournantes, aussi leur donne-t-on généralement la préférence [1].

Composition et disposition des remises de locomotives. — Les remises de locomotives, servant souvent d'ateliers pour les petites réparations, doivent être construites avec plus de soin que les remises de wagons.

Aujourd'hui, sur les nouvelles lignes, on se sert de remises polygonales ou rotondes, de remises en fer à cheval, de demi-rotondes, de remises rectangulaires avec de grandes plaques établies au dehors, et enfin de remises rectangulaires avec un chariot au lieu de plaques pour la manœuvre des locomotives.

Anciennement on employait assez généralement des remises rectangulaires, où la manœuvre se faisait sur de petites plaques à l'intérieur ou à l'extérieur. Ces différentes espèces de remises ont été décrites dans le *Portefeuille de l'Ingénieur*. Nous croyons inutile d'en reproduire la disposition, maintenant abandonnée.

Remise polygonale. — Dans les remises polygonales (fig. 206 et 207), toutes les voies convergent au centre de la remise. Une plaque tournante placée au milieu sert à la manœuvre. On comprend aisément comment, au moyen de cette plaque, on peut faire passer à volonté une machine sur l'une quelconque des voies de remisage. Dans les anciennes remises de ce genre établies aux chemins de Versailles (rive gauche) et de Montpellier à Nîmes, la plaque, étant de petit diamètre, ne pouvait porter que la locomotive

[1] Voir au volume 1er la *description des chariots*.

seule, tandis qu'aujourd'hui on lui a substitué une plaque de grand diamètre qui porte en même temps la locomotive et le tender.

Fig. 206. — Remise polygonale (coupe et élévation).

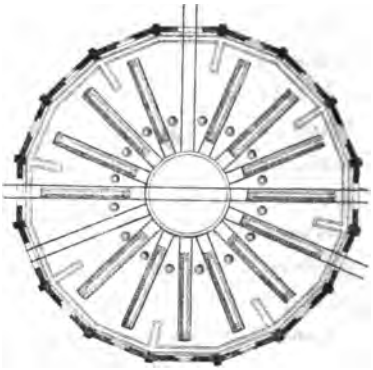


Fig. 207. — Remise polygonale (plan).

Le nombre des voies de remisage doit être en rapport avec le diamètre de la plaque : ainsi ce nombre, dans les anciennes remises polygonales, avec de petites plaques, était de 12. Mais, comme il faut laisser au moins une de ces voies entièrement libre, afin qu'elle serve de passage aux locomotives pour entrer dans la remise ou en sortir, la remise ne renfermait que 11 machines. Dans les nouvelles remises avec plaques de grand diamètre, le nombre des voies est de 16, et, comme on laisse deux voies libres, l'une pour l'entrée des locomotives, l'autre pour la sortie, ou l'une pour l'entrée et la sortie d'un côté, et l'autre pour l'entrée et la sortie du côté opposé, le nombre des locomotives remisées n'est que de 14.

La première remise polygonale a été construite au chemin de Londres à Birmingham, il y a vingt ou vingt-cinq ans. Elle était découverte dans le milieu; on l'a entièrement couverte depuis.

La remise polygonale du chemin d'Orléans à Paris a été construite sur un modèle semblable. On a également fini par la couvrir complétement.

La première remise polygonale entièrement couverte a été, si nous ne nous trompons, établie au chemin de fer de Versailles (rive gauche), à Paris.

Depuis lors on a couvert les remises polygonales de tous les nouveaux chemins. Les difficultés qu'on rencontrait pour y faire travailler les ouvriers l'hiver et les dommages qu'y éprouvaient les machines ont conduit à abandonner entièrement les remises découvertes.

Les rotondes sont éclairées par des baies vitrées ouvertes dans les murs, par une lanterne qui, placée au milieu du comble, donne en même temps issue à la fumée, et quelquefois par des châssis à tabatières (rotonde de Derby).

Remises en fer à cheval. — On donne le nom de *remises en fer à cheval* à celle qui présente l'aspect d'un bâtiment recourbé en fer à cheval. Les murs de ces bâtiments sont circulaires et les voies

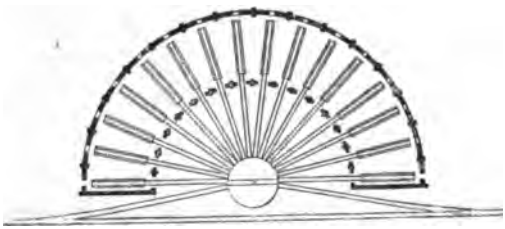


Fig. 208. — Remise en fer à cheval.

viennent converger au centre de cette enceinte circulaire. — La figure 208 représente une de ces remises.

Grande remise en fer à cheval de Lisbonne. — Une remise en fer à cheval de grande dimension a été construite sous la direction de M. Page, ingénieur en chef dans la gare centrale du chemin de fer à Lisbonne.

Cette remise, qui peut contenir 20 locomotives, se compose de deux parties distinctes : 1° La remise proprement dite semi-circulaire, constituant le principal corps de bâtiment; 2° un bâtiment annexe qui forme une seconde ligne circulaire extérieure et comprend les deux cinquièmes environ du bâtiment principal.

Cette dernière construction est destinée aux magasins de la traction, aux bureaux de la comptabilité, du chef et du sous-chef du dépôt, aux ateliers de réparation et aux corps de garde des mécaniciens de service.

La remise proprement dite a 86^{m},80 de diamètre extérieur à la hauteur des pilastres, et 50^{m},80 de diamètre intérieur, 85^{m},80 à celle des murs. L'épaisseur des murs est de 0^{m},40, et celle des pilastres de 0^{m},90.

La surface couverte totale de la rotonde est de 1952 mètres carrés, et celle occupée par les machines de 1841^{m2},80, soit 92^{m2}09 par machine d'espace libre. Les fosses ont 13^{m},40 de longueur sur 1^{m},73 de largeur entre les rails qui les desservent.

Le bâtiment annexe a 7^{m},40 de l'extérieur du pilastre au mur extérieur de la rotonde, et 6^{m},70 intérieurement. La surface couverte est de 484 mètres carrés, subdivisée de la manière suivante :

Entrée des machines et logement de service pour les mécaniciens.	54^{m2},05
Magasin de traction.	122^{m2},84
Bureau de comptabilité..	61^{m2},42
Bureaux des chefs et sous-chefs de dépôts..	61^{m2},42
Atelier d'ajustage (forge et 8 tours).	122^{m2},84
Maison de garde des mécaniciens de service.	61^{m2},42

La charpente de la rotonde est en bois avec tirants en fer de 0^{m},04 et 0^{m},02, et la couverture en tuiles posées sur voliges.

L'ensemble des travaux a été exécuté par MM. Oppermann et Cie [1].

On range dans la même catégorie les remises dans lesquelles le bâtiment est compris entre deux arcs de cercle plus ou moins longs, comme la grande remise de la gare à marchandises du Great-Northern (fig. 220), page 312, ou comme certaines remises du chemin de fer de l'Ouest, dont l'arc de petite dimension ne contient que trois ou quatre locomotives.

Demi-rotonde et remises rectangulaires. — La figure 209 représente une demi-rotonde; la figure 210 une remise rectangulaire avec deux plaques à l'extérieur, l'une de 11,60 de diamètre, l'autre de 6 mètres, établie à Blesme, sur le chemin de l'Est, et enfin la figure 211 une remise rectangulaire, avec chariot à l'intérieur, établie à Bar-le-Duc, sur le même chemin.

[1] *Nouvelles annales de la construction*, octobre 1862, p. 161.

Comparaison des différentes remises de locomotives. — Si l'on compare les différentes espèces de remises de locomotives que nous venons de décrire, on trouve que les demi-rotondes sont les plus coûteuses. Une demi-rotonde établie à Paris dans la gare du chemin de Strasbourg a coûté, avec les voies, les fosses et la plaque tournante, 96,000 francs, et on n'y logeait que sept locomotives; en sorte que le remisage d'une locomotive coûtait environ 13,700 francs.

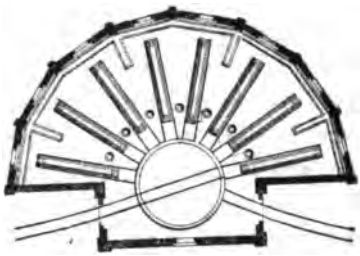


Fig. 209. — Demi-rotonde.

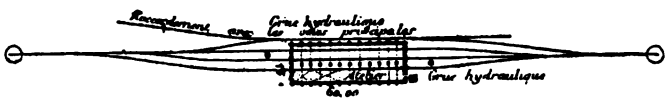


Fig. 210. — Remise rectangulaire de Blesme.

Une rotonde, construite à Épernay sur des séries de prix peu différentes, a coûté, avec les fosses, les voies et les plaques, 148,000

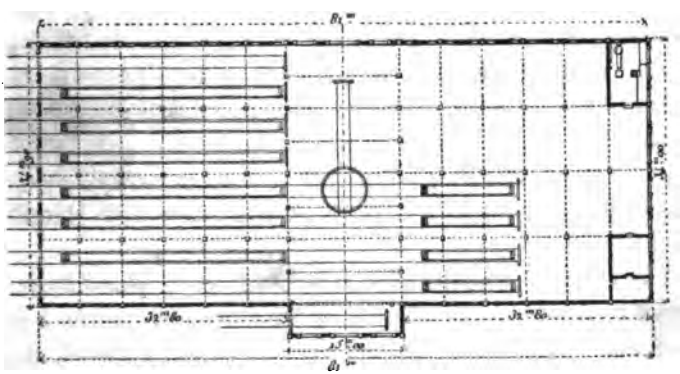


Fig. 211. — Remise rectangulaire de Bar-le-Duc.

francs. Elles contient 16 voies et 14 locomotives. Le remisage d'une locomotive y coûte donc 10,500 francs. L'administration du

chemin de l'Est en a construit depuis lors de nouvelles qui n'ont coûté que 130,000 francs, en sorte que le prix du remisage d'une locomotive se trouve réduit à 9,350 francs.

La remise en fer à cheval de la Villette, en appliquant les prix payés à Épernay, aurait coûté, avec les fosses, les voies et la plaque, 135,000 francs. Elle contient 16 locomotives. Le remisage d'une seule machine n'y coûte donc que 8,450 francs.

Toutefois, disions-nous dans la seconde édition de ce *Traité élémentaire*, la rotonde d'Épernay occupant une surface de terrain de 1,675 mètres, et la remise en fer à cheval de la Villette, avec les voies et les plaques, une surface de 2,137 mètres, on trouverait, si l'on tenait compte du prix des terrains, que le remisage est plus coûteux dans le fer à cheval que dans la rotonde.

On nous a fait observer avec justesse que notre comparaison n'était pas complète puisque la rotonde pour être convenablement desservie, devait avoir, comme le fer à cheval, une voie spéciale d'entrée et une de sortie, reliée par une troisième voie affectée au service de l'alimentation du combustible, et l'on a ajouté que nous avions tenu compte de l'espace occupé par cette voie, dans le calcul de celui qui est nécessaire pour la remise en fer à cheval, tandis que nous l'avions négligé pour celui de l'espace consacré à la rotonde. En rectifiant notre calcul, nous trouvons que l'espace nécessaire pour une machine est, à peu de chose près, le même pour l'une et l'autre remise, soit de 215 à 225 mètres. *La remise en fer à cheval a donc sur la rotonde l'avantage d'être un peu moins coûteuse.*

Elle a aussi celui de pouvoir contenir un nombre de machines quelconque, petit ou grand, et de pouvoir s'agrandir suivant les besoins.

D'un autre côté la surveillance des ouvriers est plus difficile que dans les rotondes; le chauffage y est aussi plus dispendieux à cause du grand nombre de portes des remises en fer à cheval, portes dont une au moins doit rester ouverte parce que les dimensions de la remise ne sont pas suffisantes pour qu'on ptiisse nettoyer les tubes des machines sans ouvrir les portes correspondantes à la machine; enfin la manœuvre sur les voies y est plus longue et

comme elle se fait à découvert ainsi que celle de la plaque tournante, elle devient, dans certains temps d'hiver, assez pénible.

Les remises en fer à cheval paraissent donc préférables aux rotondes pour le remisage pur et simple des machines. Mais au point de vue du petit entretien ou même du nettoyage des machines, les rotondes doivent obtenir la préférence.

La rotonde devant remplacer un petit atelier, on lui annexe ordinairement un petit bâtiment rectangulaire contenant quelques machines, outils, etc.

Le remisage, dans les anciennes remises rectangulaires, était plus coûteux encore que dans les rotondes, à cause du grand nombre de plaques qu'elles nécessitaient.

La double remise rectangulaire de Blesme, avec les deux plaques à l'extérieur, a coûté, y compris les fosses, les voies à l'intérieur et à l'extérieur et les plaques, 160,000 francs.

Ce prix est comparable au prix moyen des anciennes rotondes d'Épernay et de Nancy, qui est de 148,000, francs, et à celles des nouvelles, qui est de 130,000 francs.

Le remisage d'une locomotive coûterait alors $\frac{160\,000}{16}$, soit 10,000 francs, à Blesme, dans des remises rectangulaires, et $\frac{130\,000}{14}$ francs, soit 9,350 francs, dans une rotonde établie dans une localité où les prix seraient sensiblement les mêmes.

Il faut toutefois observer que les voies extérieures comprises entre la remise et les plaques remplacent jusqu'à un certain point une partie des voies placées au dehors des autres remises, telles, par exemple, que celles qui servent à l'alimentation des machines, et que la grande plaque peut être utilisée dans le service de l'exploitation; il serait donc juste de ne pas faire peser, ainsi que nous l'avons fait, la totalité de la dépense de ces voies et de la plaque sur les frais d'établissement de la remise. En opérant cette réduction, le remisage, dans les remises rectangulaires semblables à celles de Blesme, deviendrait plus économique que dans les rotondes, les demi-rotondes ou les remises en fer à cheval.

Les remises rectangulaires, telle que la remise de Bar-le-Duc, sont naturellement plus coûteuses que les remises de Blesme, puisqu'au prix de ces dernières il faut ajouter le prix du chariot, de sa

fosse, ainsi que celui de sa couverture, lesquels sont d'au moins 20,000 francs. Mais les grandes plaques et les voies qui y conduisent ne sont pas, avec ces dernières, d'une absolue nécessité puisque la manœuvre peut se faire avec le chariot seul. On peut donc en déduire la dépense du prix de la remise, et elle devient alors de toutes les remises de locomotives la moins coûteuse. On la rendrait plus économique encore en se dispensant de couvrir le chariot.

On objecte à l'emploi des remises polygonales que, si la grande plaque placée au milieu venait à se briser, toutes les machines seraient emprisonnées dans la remise; mais, avec des plaques bien établies, cet accident ne doit arriver que très-rarement.

Au point de vue de la dépense, il faudrait donc placer en première ligne la remise rectangulaire avec chariot, puis la remise rectangulaire avec grandes plaques à l'extérieur, puis la remise en fer à cheval et la rotonde, puis enfin la demi-rotonde.

Chaque voie de remisage des rotondes ne portant qu'une seule locomotive avec son tender, on peut dégager une machine quelconque sans déranger les autres. Les remises en fer à cheval partagent cet avantage avec les rotondes. On ne peut dégager les machines isolément et indépendamment l'une de l'autre, dans les remises rectangulaires, qu'autant qu'on n'en place qu'une seule sur chaque voie, ce que la disposition du terrain ne permet pas toujours.

Dans les rotondes et les fers à cheval, les bancs d'ajusteurs, établis le long des murs entre les extrémités des voies, sont parfaitement éclairés par le côté, et l'espace trapézoïdal que limitent les deux fosses sert à loger les ouvriers travaillant aux réparations. Dans les remises rectangulaires, une partie au moins des ajusteurs travaillant aux machines ne sont éclairés que par les combles.

Dans les remises rectangulaires du modèle de la remise de Blesme, la plaque tournante est à découvert, comme dans les remises en fer à cheval, c'est un inconvénient.

Les chariots, bien que coûtant fort cher, remplacent avec avantage les grandes plaques, puisqu'ils ne nécessitent pas de voies spéciales pour y accéder; tant qu'on les manœuvrait à bras d'hom-

mes, le déplacement en était difficile et lent, et on leur préférait les plaques. *Aujourd'hui que les chariots sont manœuvrés par la vapeur, du moins quand le service a une certaine activité, les ingénieurs les préfèrent souvent aux rotondes ou aux fers à cheval, même pour un grand nombre de locomotives.*

Si anciennement, à Blesme et à Bar-le-Duc, la Compagnie de l'Est a construit deux remises rectangulaires pour loger seize machines locomotives, avec chariots mus à bras d'hommes, cela tient à ce que la configuration du terrain ne lui permettait pas d'établir de rotondes. Partout ailleurs à la Villette, à Épernay, à Nancy, à Montigny, à Troyes, à Chaumont, elle a construit des rotondes.

Détails de construction des remises de locomotive. — Les charpentes des remises de locomotives sont en bois ou en fer. Les charpentes en bois sont les plus économiques; mais elles n'ont pas, comme celles en fer, l'avantage d'être incombustibles. On se préoccupe peu, toutefois, des risques d'incendie quand on considère :

1° Que les ouvriers circulent dans ces remises jour et nuit;

2° Qu'un mécanicien ou un chauffeur se trouve toujours sur une machine qu'on allume ou qu'on éteint;

3° Que les remises sont généralement assez élevées pour que les étincelles atteignent rarement le sommet;

4° Qu'elles sont ordinairement voisines des grands réservoirs et traversées en tous sens par des conduites d'eau.

Aux chemins de fer de l'Est, les charpentes de toutes les rotondes sont en bois, portées sur des colonnes en fonte ou en bois (fig. 206). Au chemin de fer des Ardennes, elles sont en fer. — La figure 212 représente une des remises de ce chemin.

La couverture se fait en zinc ou en ardoises. Les couvertures métalliques sont promptement attaquées par les vapeurs sulfureuses provenant des locomotives, vapeurs qui, mélangées à la vapeur d'eau condensée, forment de l'acide sulfurique.

Il importe d'établir, dans toutes les remises de locomotives, entre chaque fosse, un robinet pouvant fournir de l'eau, soit pour le lavage, soit pour le remplissage des machines, et de donner écoulement aux eaux qui s'amassent au fond des fosses.

Une fosse en maçonnerie régnant au pourtour de la remise et

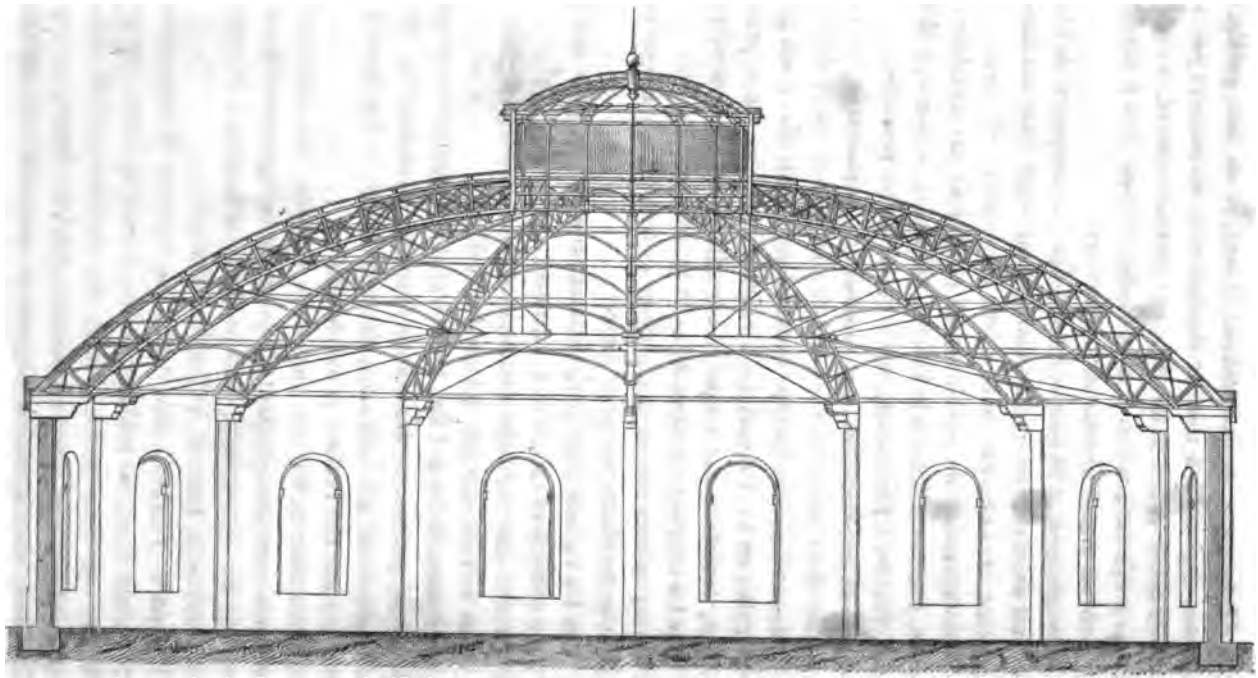


Fig. 212. — Remise polygonale des Ardennes.

couverte de plaques de fonte sert à loger les conduites d'eau froide pour le nettoyage des machines et quelquefois celles d'eau chaude pour le chauffage de la remise; la partie inférieure de cette fosse sert d'aqueduc à chacune des fosses à piquer le feu pour l'écoulement des eaux qui s'y rassemblent.

Au chemin de fer de l'Est, les rotondes ne sont pas chauffées par des tuyaux. — On n'emploie, comme moyen de chauffage, que des corbeilles remplies de coke.

On dispose quelquefois, au-dessus de chaque machine, des cheminées d'appel en tôle à manteau mobile pour activer l'allumage des machines et rejeter au dehors les produits de la combustion, mais ces cheminées sont très-coûteuses et le plus souvent l'on s'en dispense.

Quand une remise rectangulaire comprend trois voies au moins, il est indispensable de l'éclairer non-seulement sur les côtés, mais aussi par des châssis placés dans le toit immédiatement au-dessus des entre-voies, qui doivent avoir une largeur suffisante pour permettre les petites réparations de machines.

Il faut, autant que possible, n'employer les remises de locomotives que pour les réparations courantes et les séparer des ateliers de grandes réparations. On évite ainsi les dérangements qui résulteraient pour les ouvriers des fréquents déplacements des machines en service, et on préserve les machines en grande réparation de l'action destructive de l'acide sulfurique, qui se forme par le dégagement d'acide sulfureux provenant de l'allumage.

Grande remise de locomotives de Gateshead. — A Gateshead, sur le chemin *North-Eastern Railway*, on a construit une très-

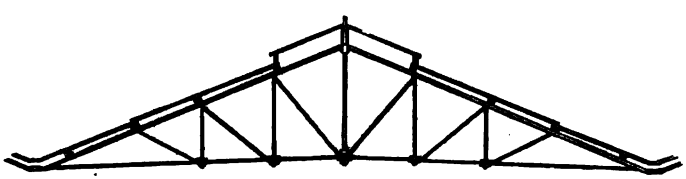


Fig. 213.

grande remise pour locomotives, qui tient en même temps des remises circulaires et des remises rectangulaires (fig. 213 et 214).

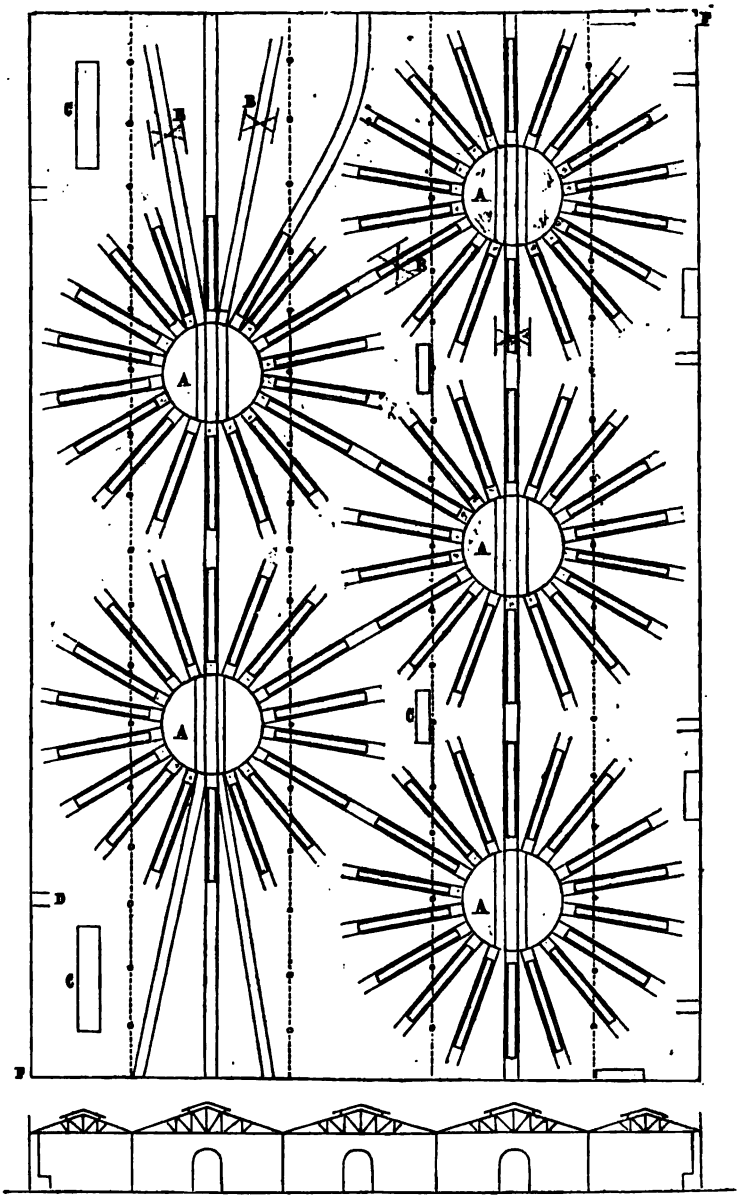


Fig. 214. — Grande remise de Gateshead.

Le bâtiment est rectangulaire et composé de plusieurs fermes juxtaposées, mais la disposition de voies est analogue à celle des remises circulaires.

On a pu de cette manière réaliser une grande économie. L'inspection de la figure suffit pour comprendre comment s'opère la manœuvre des locomotives que l'on doit amener sur l'une quelconque des voies.

Conditions que doivent remplir les remises de locomotives. — Les conditions que doivent remplir les remises de locomotives se trouvent résumées dans le *Guide du mécanicien*, de la manière suivante :

1° Qu'on puisse facilement entrer ou sortir une machine sans en déplacer d'autres, la manœuvre d'une machine qui n'est pas en feu exigeant beaucoup de temps, employant beaucoup d'hommes et entraînant des frais assez considérables, si elle se renouvelle souvent;

2° Que la fumée et la vapeur qui se produisent lorsqu'on allume une machine ou qu'on la met en mouvement trouvent des issues faciles et des écoulements bien ménagés, afin qu'elles ne gênent pas les ouvriers et qu'elles n'oxydent pas les pièces des autres machines;

3° Qu'il y ait assez de jour en tous sens pour que l'on puisse facilement travailler sous les machines et dans toutes leurs parties.

4° Que l'espace libre autour de chaque machine soit suffisant pour que l'on puisse y déposer les pièces qu'on démonte, sans que cela gêne les mouvements ou le travail des machines voisines ;

5° Qu'en hiver on puisse maintenir dans la remise une température suffisante pour empêcher la congélation de l'eau.

Voies de service. — Indépendamment de la voie conduisant à la remise, il doit y avoir dans toute gare une voie d'une certaine étendue sur laquelle les machines *s'alimentant par des pompes* puissent aller et venir pour s'alimenter sans devenir une cause d'accidents, et des voies de stationnement communiquant par leurs deux extrémités avec la voie de service, sur lesquelles viennent se placer les machines qui attendent leur tour de départ. La disposition de ces voies doit être telle, que chaque machine puisse, sans déranger les autres, prendre le train qu'elle doit conduire ou atteindre la voie destinée à l'alimentation. La voie d'alimentation

cesse d'être nécessaire si toutes les machines sont munies d'appareils Giffard au lieu de pompes.

Une voie spéciale, enfin, communiquant avec la remise, doit être réservée pour le lavage des machines. Au milieu de cette voie doivent se creuser des fosses. Sur une voie peu fréquentée par les machines en service, on dispose une grue puissante qui sert à lever les machines, pour visiter ou changer les coussinets des boîtes à graisse, remplacer les essieux montés, etc.

La bonne disposition des voies a une très-grande importance ; car une machine bien préparée peut, si elle n'est pas dérangée, rester pendant un très-long temps en feu (huit et dix heures) sans consommation sensible de combustible; tandis que, si elle est obligée de faire des manœuvres, le feu s'active par la marche, et, lorsque la machine est revenue en place, le coke se consomme en produisant de la vapeur en pure perte, la chaudière s'épuise, et bientôt il faut alimenter, ce qui augmente la consommation et reproduit les mêmes conditions fâcheuses; en outre, ces mouvements peuvent forcer d'autres machines à se déplacer et devenir ainsi une source indéfinie de consommation et de dépense.

Des fosses nombreuses doivent être établies sur les voies de stationnement des locomotives, afin de permettre de les visiter, de les réparer et de les nettoyer.

Réservoirs des diverses espèces. — Les réservoirs qui servent pour l'alimentation des locomotives se trouvent, avons-nous dit, dans le voisinage des remises. Ces réservoirs doivent pouvoir contenir une quantité d'eau plus que suffisante pour les besoins des jours où le service est le plus actif.

Lorsque les réservoirs ne sont pas de très-grandes dimensions, il est nécessaire, en hiver, de préserver, par un moyen quelconque, l'eau de la gelée. Quelquefois on la chauffe. Le combustible employé étant alors de qualité inférieure, tandis que celui dont on se sert sur les locomotives est toujours de première qualité, il nous paraît convenable de chauffer l'eau des réservoirs, même en été, afin de diminuer les frais de chauffage de la locomotion.

Il convient généralement de porter l'eau des réservoirs à la plus haute température possible, car de tous les moyens employés pour

chauffer l'eau des locomotives, le plus coûteux est sans contredit le chauffage direct par le foyer des machines; toutefois, ceux de grandes dimensions sont rarement chauffés.

Les petits réservoirs doivent être, dans tous les cas, enveloppés de substances qui empêchent la déperdition de la chaleur.

Lorsqu'on ne les chauffe pas, on empêche la congélation de l'eau en les entourant de fumier sur une épaisseur de $0^m,40$ environ, ou en les revêtant de tresses de paille.

Au chemin de fer de l'Est on ne chauffe pas les réservoirs, qui sont généralement de grandes dimensions. La congélation d'une masse d'eau aussi considérable que celle que contiennent ces réservoirs n'est pas à craindre : il se forme tout au tour, dans les grands froids, une légère couche de glace à la surface du liquide, mais celle-ci se brise d'elle-même et ne gêne pas.

Aucun des nouveaux réservoirs de la ligne de Mulhouse n'est couvert ou enveloppé.

On ne s'est pas suffisamment préoccupé, sur plusieurs lignes de chemins de fer, de l'alimentation et de l'établissement des réservoirs : il en est résulté une grande augmentation des frais d'exploitation; c'est pourquoi nous croyons nécessaire de traiter cette question avec quelque détail.

L'établissement des prises d'eau pour l'alimentation des machines est une opération importante et délicate qui demande à être étudiée avec soin. On doit considérer la nature des eaux, la position de la machine qui doit élever ces eaux et les refouler vers le réservoir, et enfin les appareils destinés à fournir directement l'eau aux machines.

L'examen de la nature des eaux doit précéder toutes les autres opérations. On sait que les eaux incrustantes occasionnent très-rapidement la destruction des foyers et des chaudières. En général, les eaux des grandes rivières sont d'un bon emploi, et on doit les préférer aux eaux de sources. Dans tous les cas, il faut soumettre les unes et les autres à l'analyse chimique. Nous recommandons comme moyen simple et expéditif le procédé hydrotimétrique de MM. Boutron et Boudet. Quand on se détermine à prendre l'eau d'une rivière, on doit établir la prise dans le lit même et ne point

se contenter, comme on l'a fait trop souvent, de creuser un puits à quelque distance de ce lit. Ce procédé est le plus commode; mais il est rare qu'il réussisse. L'expérience a prouvé que les eaux des côteaux imbibent l'alluvion des vallées, et que ces puits, loin de fournir l'eau des fleuves, donnent des eaux incrustantes. Le fait s'est présenté au bord de la Seine, dans des puits creusés à quelques mètres seulement de la berge. Il faut donc, ou poser le tuyau d'aspiration en rivière, ou mettre le puits en communication directe avec celle-ci par une tranchée remplie de pierres et de gros cailloux.

La machine à vapeur doit être placée à une faible distance du point choisi pour la prise d'eau, afin de donner la moindre longueur possible à la conduite d'aspiration, qu'il est toujours difficile de rendre parfaitement étanche. D'un autre côté, il y a avantage à placer cette machine dans le dépôt des locomotives, ou plutôt dans le petit atelier qui y est annexé. Elle fournit alors la force motrice qui met en mouvement un petit tour, une machine à percer, etc. Il faut, dans chaque cas particulier, combiner l'ensemble de ces données.

La prise d'eau étant établie, la machine fixe placée, on construit le réservoir, dont la situation est toujours aisée à déterminer. Ce réservoir est fait ordinairement en tôle de forme rectangulaire ou de forme circulaire. Cette dernière forme est préférable et plus économique. Un réservoir rectangulaire (fig. 215) de 8 mètres sur 4 mètres, avec $1^m,10$ de hauteur, cubant 35 mètres, pèse 3,000 kilogrammes avec les rivets et les tirants. Un réservoir rond (fig. 216) de 4 mètres de diamètre sur $3^m,50$ de hauteur, contenant 43 mètres cubes, ne pèse que 1,800 kilogrammes. Un réservoir circulaire de 5 mètres de diamètre, 4 mètres de hauteur, contenant 78 mètres cubes, pèse 3,700 kilogram-

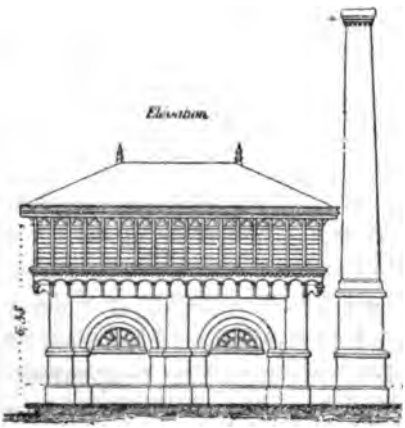


Fig. 215. — Réservoir rectangulaire.

mes. On a établi aussi des réservoirs en fonte formés de plaques boulonnées. Ces réservoirs sont très-solides, et quand les joints ont été bien mastiqués, ils ne donnent lieu à aucune réparation. Un réservoir de ce genre, contenant 250 mètres cubes d'eau, pèse 20,600 kilogrammes et coûte 5,860 fr., tandis qu'un réservoir rectangulaire en tôle de 200 mèt. cubes (13m,30 sur 6 mètres, sur 2,50) ne coûte pas moins de 12,000 fr. Quant au support en maçonnerie sur lequel doivent reposer les réservoirs, l'avantage, au point de vue de la dépense, est encore au bâtiment de forme circulaire.

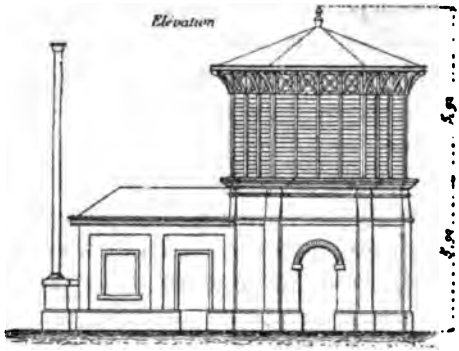


Fig. 216. — Réservoir circulaire.

Depuis longtemps déjà, on donne la préférence aux réservoirs circulaires en fonte, formés de panneaux assemblés au moyen de brides entre lesquelles on introduit du mastic de fonte. Les premiers réservoirs de ce système ont été posés sur une tour épaisse en maçonnerie voûtée. Maintenant, au lieu d'une voûte, on établit, pour supporter le fond de la cuve, un plancher en fer, ce qui permet de reconnaître plus facilement l'emplacement des fuites qui pourraient se produire. Cette disposition a aussi l'avantage d'être moins coûteuse que la précédente.

Au chemin de fer du Midi, les réservoirs sont en tôle, à bords cylindriques, et supportés par une tour circulaire sans voûte ni plancher. Le fond, au lieu d'être plat, présente la forme d'une calotte sphérique simplement supportée par la circonférence de sa base. Cette disposition a l'avantage de rendre toutes les parties de la cuve accessibles et de permettre le matage de tous les points qui donneraient lieu à des fuites.

Les réservoirs primitivement adoptés par la Compagnie de l'Est étant devenus insuffisants, on les a remplacés dans tous les grands dépôts par des réservoirs contenant 250 mètres cubes. Dans la

plupart des dépôts ou stations intermédiaires, les réservoirs cubent 60, 80 et même 100 mètres; ils sont ronds, en tôle ou en fonte.

Les appareils qui versent l'eau directement dans les tenders sont de trois sortes. Ce sont, ou de petits bâtiments en maçonnerie supportant des réservoirs en tôle de 10 à 12 mètres de capacité et placés auprès des voies (fig. 215 et 216), ou les grues en fonte que l'on voit sur la plupart des chemins, ou, enfin, des grues-réservoirs formées d'une colonne en fonte qui supporte un petit réservoir circulaire en tôle. La grue ordinaire a le grand inconvénient de débiter lentement. Il est rare qu'il faille moins de cinq à six minutes pour remplir un tender de 5 mètres de capacité. L'eau y gèle facilement en hiver, à moins de grandes précautions, et l'entretien en est coûteux. On peut, à la vérité, remédier à la faiblesse du débit, en augmentant le diamètre des tuyaux qui mettent les grues en communication avec le grand réservoir; mais alors on augmente considérablement la dépense d'établissement. Nous ne parlons pas de surélever le réservoir; on n'obtient ainsi qu'une petite augmentation d'écoulement; celui-ci n'est proportionnel qu'à la racine carrée de la hauteur du réservoir, tandis qu'il croît comme le carré du diamètre des conduites. Les petits réservoirs placés près des voies n'ont pas ces inconvénients : les conduites peuvent être faites économiquement et avoir un petit diamètre, l'eau peut être aisément chauffée par un poêle placé sous le réservoir. On reproche à ce système d'encombrer la voie et de masquer la vue dans les stations. L'objection n'est peut-être pas très-grave, car on n'hésite pas à placer aux mêmes points des hangars pour le service des bagages. Souvent même, quand la prise d'eau est rapprochée, ou quand on a pu établir un puits, on supprime le réservoir principal et on se borne à construire, près des voies, les deux petits réservoirs sous l'un desquels on place la machine fixe. On augmente un peu, dans ce cas, la capacité des caisses à eau.

Les grues-réservoirs décrites dans le deuxième volume (p. 211) ont les mêmes avantages sans avoir les mêmes inconvénients. Elles sont disposées de façon à permettre l'échauffement de l'eau, la colonne de support contenant un foyer autour duquel l'eau circule. Le petit réservoir est muni de deux tuyaux de prise d'eau placés

aux extrémités du même diamètre. Les soupapes y sont d'une manœuvre facile; le débit est rapide et comme à gueule bée; le diamètre des conduites de communication avec le réservoir peut être réduit au minimum : c'est évidemment le système qui réalise la plus grande économie.

Magasin de coke. — Les terrains destinés aux dépôts de coke doivent être aussi rapprochés que possible des voies de stationnement des locomotives. Lorsque l'espace le permet, et surtout aux points où il faut donner du coke aux machines à leur passage, il est très-avantageux d'établir auprès de la voie où la machine stationne une large estrade sur laquelle on pose les paniers et d'où l'on peut directement les décharger dans les tenders. On obtient, par ce moyen, une accélération très-sensible du service et une économie de main-d'œuvre. Les magasins principaux doivent être placés aux points d'arrêt ou de départ des machines : cependant il peut y avoir lieu de déroger à cette règle si les arrivages se font à un point intermédiaire, afin d'éviter des transbordements et des manutentions qui sont toujours une source de dépense et de déchet.

Il est très-utile de préserver le coke des intempéries de l'air, car on a reconnu une différence sensible entre l'effet calorique d'un certain poids de coke mouillé et celui d'un poids de coke sec. Cependant, comme le coke ne peut être empilé en tas d'une grande hauteur sans subir un déchet considérable, et que par conséquent il faudrait de très-vastes hangars pour contenir des approvisionnements d'une certaine importance, on trouve, sur la plupart des chemins de fer, de grandes quantités de coke amoncelées sur des chantiers en plein air.

PARTIE DE LA GARE CONSACRÉE AU SERVICE DE LA PETITE VITESSE.

Composition de cette partie considérée dans son ensemble.

Bâtiments pour le service des marchandises. — La manutention des marchandises se fait généralement, suivant la nature de la marchandise, soit à couvert sur des trottoirs placés sous de grandes halles, soit sur des trottoirs à découvert.

Il ne faut jamais bitumer avec le brai de gaz les planchers des halles à marchandises où on dépose des sons, farines, etc. Cette substance avarie en très-peu de temps ces marchandises.

Halles parallèles, halles perpendiculaires. — Les halles sont tantôt parallèles aux voies principales, comme aux chemins d'Orléans et du Nord, tantôt perpendiculaires, comme aux chemins de Lyon et de Strasbourg.

La configuration du terrain ne permet pas toujours de choisir entre les deux systèmes. *Quand on peut établir des halles parallèlement aux voies, il ne faut pas hésiter à le faire.* C'est l'opinion de l'ancien chef du mouvement dans la gare de la Villette du chemin de Strasbourg, M. Broutin du Pavillon, de M. Dennery, agent général du mouvement au chemin de fer de Lyon, et de plusieurs autres hommes pratiques que nous avons consultés. Les lignes suivantes ont été rédigées par M. Broutin :

Avantages des halles parallèles. — « Dans une gare de marchandises, le système des halles parallèles aux voies principales est à tous égards préférable à celui des halles perpendiculaires. Exigeant un moins grand nombre de plaques tournantes, il simplifie la main-d'œuvre, qu'il diminue d'autant plus que le travail peut être fait en grande partie par une machine ou par des chevaux.

« Avec des halles parallèles, un train de marchandises arrivant peut entrer directement sous les halles, et le débranchement, c'est-à-dire la répartition des wagons aux différents quais, d'après la nature des marchandises qu'ils contiennent, peut être fait par une machine. Une machine peut encore prendre ces wagons quand ils sont déchargés et les conduire aux quais d'expédition ; et là, une fois chargés pour être expédiés, ces mêmes wagons peuvent être enlevés, toujours au moyen d'une machine ou de chevaux, et être conduits sur les voies de garage pour attendre leur mise aux trains.

« La gare des Batignolles (chemin de Rouen) (fig. 217), dont le système est parallèle, offre de grandes ressources pour la facilité du travail. Isolée complétement des voies principales, très-vaste et possédant un réseau de voies en éventail qui aboutit par des

LÉGENDE.

1 Écuries.
2 Hangar.
3 Marseille.
4 Odessa.
5 Quai découvert.
6 Quai de la Californie.
7 Grue de chargement.
8 Id.
9 Le Havre.
10 La Martinique.
11 Bordeaux.
12 Paris.
13 Chemin de ceinture.
14 Quai de Londres et Normandie.
15 Camionnage et octroi.
16 Bureaux.
17 Hangars.
18 Id.
A Dépôt de machines.
B Réparation des machines.
C Dépôt de machines.
E Tours.
F Ajustage.
G Forges.
H Bureaux.
I Réparation des voitures.
J Menuiserie.
K Tapissiers.
L Remises de voitures.
M Magasin.
N Magasin de fer.
O Tours.
P Bureaux et forges.
Q Ateliers.

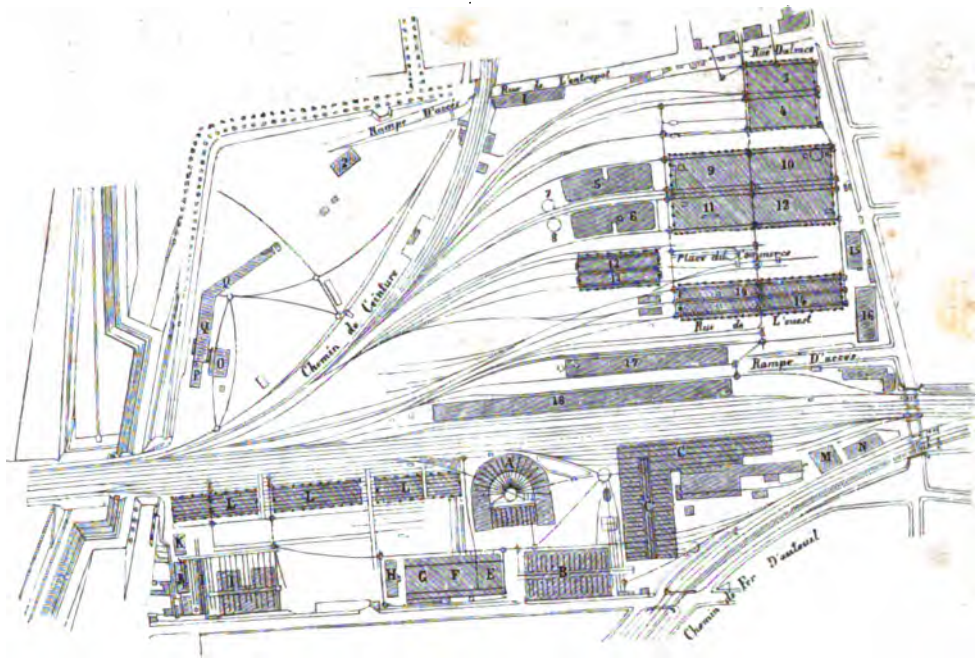


Fig. 217. — Gare du chemin de l'Ouest, à Batignolles. — Service des marchandises et de la traction.

aiguilles aux voies principales et se répand dans toutes les parties des gares, cette gare est bien assurément la plus commode et la plus facile de toutes les gares à marchandises de Paris.

« Le système des halles perpendiculaires est loin d'offrir les mêmes avantages que le système des halles parallèles. Le service ne peut être fait qu'à bras, chaque wagon doit être amené sur la plaque qui correspond à la voie de la halle dans laquelle il doit entrer, et encore arrive-t-il souvent que le trajet ne puisse avoir lieu directement ; il faut alors prendre des détours qui occasionnent des pertes de temps considérables et de nouveaux inconvénients.

« Avec les halles perpendiculaires, l'arrivée des trains de marchandises se fait toujours sur une même voie, celle qui est munie de plaques en correspondance avec les voies des halles d'arrivée. Deux trains ne peuvent donc arriver à un court intervalle l'un de l'autre, sinon le dernier venu serait exposé à attendre que la rentrée du premier fût complétement achevée, ou, alors, il faudrait le garer sur une voie de service pour le ramener ensuite. De là des lenteurs et du trouble dans le service.

« Le même inconvénient peut se rencontrer aux expéditions, s'il s'agit de former un ou plusieurs trains extraordinaires. Le seul moyen d'obvier à cet état de choses serait donc d'établir plusieurs voies de départ et d'arrivée, c'est-à-dire que le nombre de plaques à poser serait considérable.

« Avec le système des halles perpendiculaires, il n'y a jamais trop de plaques, et il en faudrait, pour ainsi dire, à tous les endroits où deux voies se coupent.

« Je parle ici des halles perpendiculaires établies dans de bonnes conditions, c'est-à-dire celles qui ont :

« 1° Trois voies coupant par moitié chaque halle dans sa longueur, deux de ces voies longeant les quais destinés à recevoir les wagons à décharger ou à charger, et la troisième, celle du milieu, servant au dégagement des wagons après leur déchargement ou leur chargement ;

« 2° Une ou deux voies simples transversales servant de communication entre les différentes halles de la gare, sans parler, bien

entendu, des deux voies simples qui relient ensemble toutes les halles par leur extrémité.

« Ces voies transversales, qui nécessairement traversent toutes les cours, peuvent servir encore à recevoir les wagons dont la manutention est opérée par les destinataires ou expéditeurs des wagons dans leurs voitures, et réciproquement.

« 3° Un écartement convenable entre chaque voie et laissant la possibilité de tourner les wagons sur plaques sans être obligé de faire une coupure sur les voies placées à côté.

« 4° Enfin, indépendamment des voies de départ et d'arrivée, qui doivent toujours être libres, trois ou quatre voies de service parallèles à celle-ci et en communication par des plaques avec les voies des halles dont elles longent les extrémités (ces voies établies dans la plus grande longueur possible et se reliant toutes par des aiguilles avec les voies de départ et d'arrivée).

« L'usage de ces voies consiste à recevoir le trop-plein des halles, soit d'arrivages, soit d'expéditions, en même temps que les wagons dont la marchandise ne doit pas être mise à quai, mais enlevée à la gare ou par les destinataires eux-mêmes, telle que maringottes, cadres, etc.

« Avec ce système de voies intérieures, les voitures et camions ont un accès sûr et constant aux divers quais.

« La gare de Bercy (chemin de Lyon) est établie d'après ce système, mais elle manque de plaques et de voies transversales dans les halles; la transmission du matériel d'une halle à une autre ne peut être faite que par les voies qui relient ensemble toutes les halles par leurs extrémités. Cette absence de voies transversales augmente beaucoup la main-d'œuvre en allongeant le parcours à faire faire à bras aux wagons qui doivent passer des halles d'arrivages à celles d'expéditions. »

A cette note M. Broutin a joint le tableau ci-dessous, établi sur les données fournies par les chefs des principales gares de mar-

ÉTAT COMPARATIF

DU TRAVAIL EFFECTUÉ DANS LES GARES DE MARCHANDISES DES PRINCIPALES LIGNES DE CHEMINS DE FER, NON COMPRIS LE CHEMIN DE CEINTURE (EXERCICE 1857).

CHEMINS DE FER.	NOMS des GARES.	POSITION des HALLES.	TONNAGE JOURNALIER MOYEN.	NOMBRE JOURNALIER DE WAGGONS EXPÉDIÉS ET REÇUS.	NOMBRE de PLAQUES TOURNANTES.	TOURNEURS DE PLAQUES.	CHEVAUX.	WAGGONS MANŒUVRÉS PAR HOMME.
			tonnes.					
Orléans.. . .	Ivry [1].	Parallèle.	2300	840	138	59	5	14 2
Ouest. . . .	Batignolles [2].. .	Id.	2050	585	50	0	12	27 5
Nord.. . . .	La Chapelle [3].	Id.	2534	959	143	112	22	8 5
Est.	La Villette [4].. .	Perpendic.	1192	760	215	145	14	5 2

chandises de nos grandes lignes de chemin de fer, et ce tableau,

[1] Bien que parallèles aux voies principales, les halles de la gare d'Ivry, à l'exception d'une, ne sont pas en communication directe par des aiguilles avec les voies principales. Il n'y a donc pas de manœuvres à la machine; tout le travail est fait par des chevaux. La plus grande partie des plaques ayant 4m,20 de diamètre, et étant très-espacées, il suffit de deux hommes par cheval pour tourner les wagons. Le cheval qui mène un wagon plein aux halles d'arrivages ramène un wagon vide aux halles d'expéditions, à cette gare les arrivages et les expéditions se balancent.

[2] Les voies des halles de la gare des Batignolles sont toutes en communication directe par des aiguilles avec les voies principales. Toutefois pas de manœuvres à la machine, et les chevaux font tout le service des plaques. Cette gare est excessivement commode.

[3] Les équipes de tourneurs de plaques sur cette ligne sont composées de six hommes, quand elles ne sont que de cinq dans les autres lignes, notamment à l'Est. En tenant compte de cette différence, il faudrait augmenter d'autant le nombre de wagons tournés par homme, ce qui le porterait à dix.

La charge des wagons étant en moyenne de 10,000 kilos, il faut un plus grand nombre de bras pour les manœuvrer.

Trente hommes et trois chevaux sont employés au mouvement du chemin de ceinture.

[4] Travail difficile et qui exige beaucoup de main-d'œuvre; manœuvres continuelles

LYON

D DU RÉSEA

(II, PAGE 508)

PETITE

ases des Ga

rpendiculaires a

CHEVAUX.	OBSERVATIONS.
837 »	ht donnant lieu à une double manutention, il con-
926 10	onnage total de l'ercy. . 194,583,125
949 75	bordé. . . . . 46,903,969 déjà compris.
	l manutentionné 241,487,092
2,712 85	prix de manutention de. 0f,49,1
0,01,4	

UVEMENT des AGGONS.	OBSERVATIONS.
26,645 25,066 25,015 76,726	Le transbordement donnant lieu à une double manutention, il convient d'ajouter au tonnage total de Lyon-Vaise. . 164,722,770 Le tonnage transbordé.. . . . . 11,755,780 déjà compris. Tonnage total manutentionné . . . . 176,478,550 Ce qui donne un prix de manutention de.. . . . . 0f,45,6

chevaux employés par jour à .
Bercy,
Lyon-Vaise.

munication directe, par les aiguilles, avec les voies principales. Il faut

inuation des mêmes voies, il n'y a plus de plaques à manœuvrer pour

de déchargement, et, comme tous les quais sont perpendiculaires aux
et souvent un long trajet par les voies de ceinture de la gare, pour

qui a été donné dans la première édition de cet ouvrage, a été depuis rectifié par les différents chefs de gares que nous avons consultés à cet effet.

M. Dennery, avec une extrême obligeance, a bien voulu dresser, les tableaux ci-contre, qui, aussi bien que celui de M. Broutin, mettent en évidence les avantages des halles parallèles aux voies.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.	BERCY.	LYON-VAISE.
Surface des quais. . . . . mèt. car.	16,776 »	13,790 »
Surface employée par tonne, par jour. . . mèt. car.	8 34	7 55
Poids manutentionné par homme, par jour. . kilog.	12,161 »	14,974 »
Waggons manœuvrés.	5 »	7 »

Dans les magnifiques gares à marchandises des chemins d'Angle-

à la machine, occasionnées par l'établissement du chemin de ceinture de l'autre côté des voies principales.

Vingt hommes sont employés au mouvement du chemin de ceinture.

Le tonnage journalier moyen de la gare de la Villette s'élève à 2,086 tonnes se décomposant ainsi :

Trafic direct.	1,192 tonneaux.
Trafic ceinture.	894 —
TOTAL.	2,086 tonneaux.

Le service total journalier des wagons expédiés et reçus est de 1,160 wagons.

Trafic direct.	760 wagons.
Trafic ceinture.	400 —
TOTAL.	1,160 wagons.

Le tonnage journalier moyen de la gare de la Chapelle est de :

Trafic direct.	2,534 tonneaux.
Trafic ceinture.	1,287 —
TOTAL.	3,821 tonneaux.

A la Chapelle le nombre total des wagons expédiés et reçus est de :

Trafic direct.	959 wagons.
Trafic ceinture.	523 —
TOTAL.	1,482 wagons.

Dans la gare de Rouen, à Batignolles, il n'y a pas de tourneurs de plaques, toutes le manœuvres sont faites par des chevaux.

terre (fig. 219 et 220), les voies, si elles ne sont pas parallèles aux voies principales, sont disposées en éventail, comme dans nos gares françaises des Batignolles (fig. 217) et de la Chapelle (fig. 221), forme qui présente pour le service les mêmes avantages que les voies parallèles.

En Allemagne nous retrouvons les halles parallèles sur un grand nombre de chemins de fer, et notamment sur celui de Berlin à Hambourg, gare de Berlin (fig. 222.)

Disposition des bâtiments et annexes consacrés au service des marchandises, considérés dans leurs détails.

Disposition intérieure des halles. — Les halles, qu'elles soient parallèles ou perpendiculaires aux voies principales, sont disposées à peu près de la même manière sur toutes les lignes de chemin de fer.

Quelquefois le service se fait sur un trottoir unique placé au milieu; d'un côté se trouve une voie pavée ou ferrée pour les voitures de roulage; de l'autre sont les voies en fer pour les wagons (fig. 218). Les marchandises à emmener sont déposées par les voi-

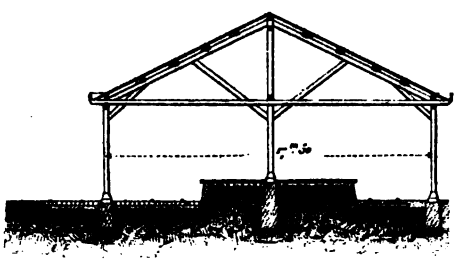


Fig. 218. - Halle à marchandises.

tures de roulage d'un côté du trottoir et chargées sur les wagons de l'autre côté.

C'est l'inverse pour les marchandises qui, arrivées par les wagons, doivent être transportées en ville.

Dans les grandes gares, il serait trop coûteux de fermer les hangars comme dans les stations intermédiaires. On les laisse entière-

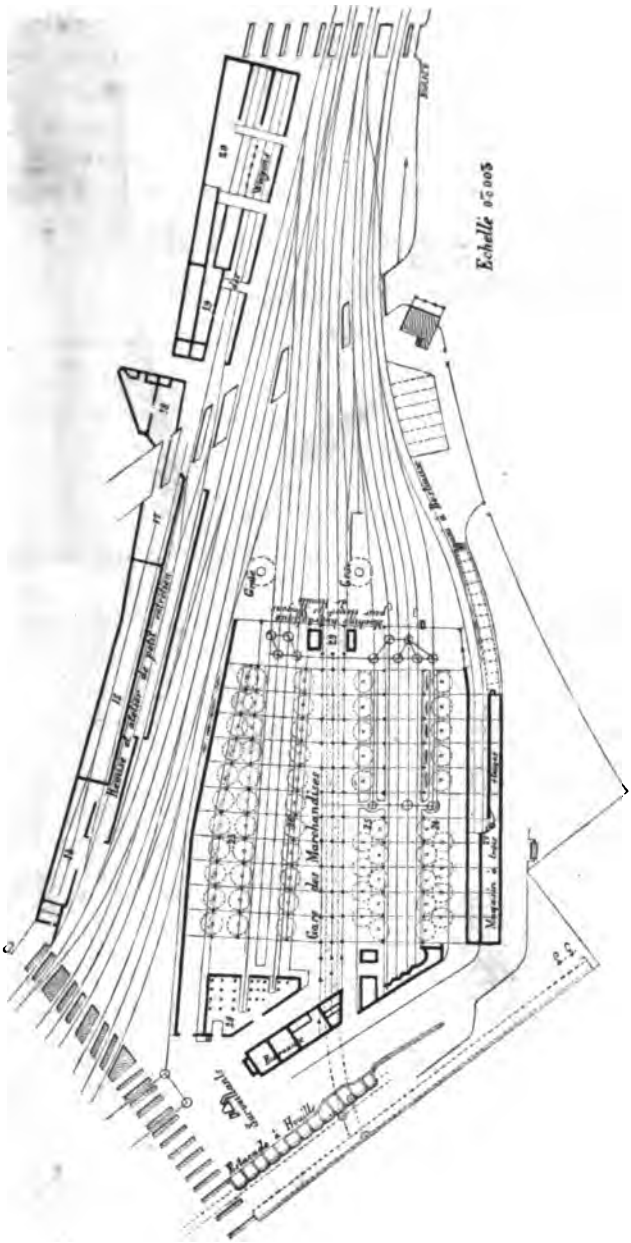


Fig. 219. — Gare de Great-Western.

LÉGENDE :

14, 15, 17, 18, 19, 20. Remise et atelier de petit entretien des wagons.
23, 24, 25, 26. Halles à marchandises avec grues Armstrong.
27. Magasin à étages et quais à bestiaux.
28. Magasin.
29. Machine hydraulique pour élever les wagons de houille.

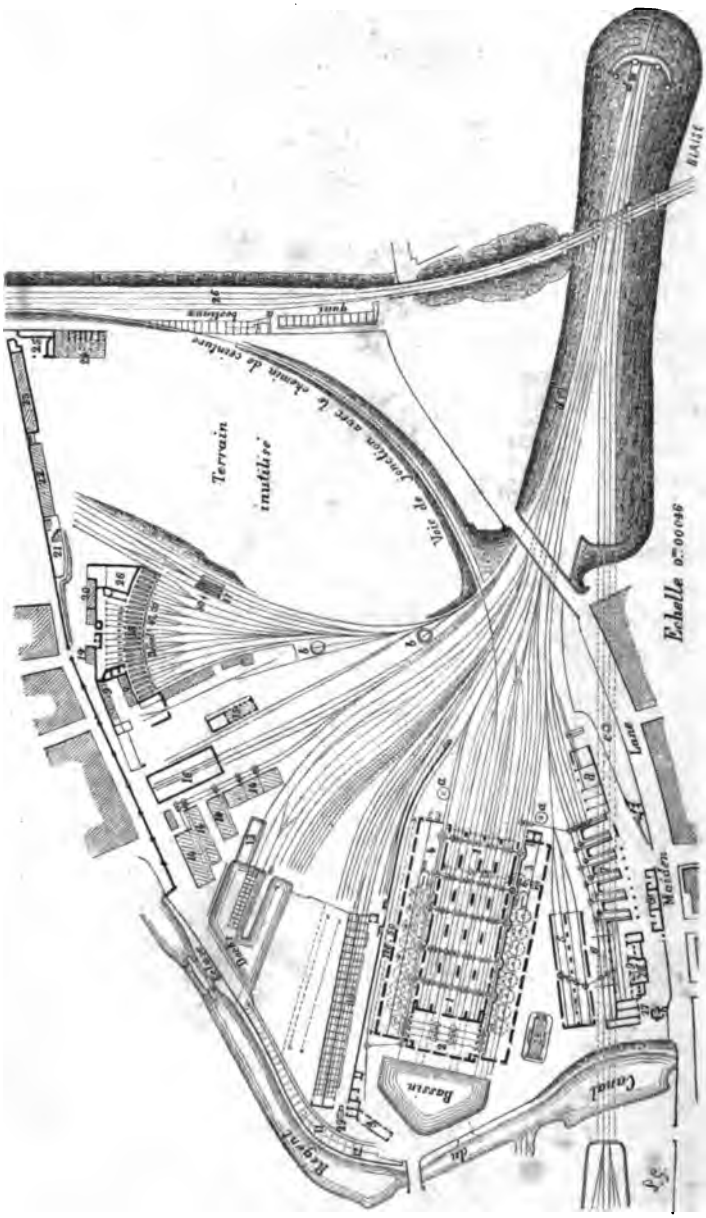


Fig. 220. — Gare de Great-Northern. — (Voir la légende page 313.)

GARE DE GREAT-NORTHERN

LÉGENDE :

1 Halle à marchandises.
2 Grenier.
3 Quai de l'arrivée.
4 Quai du départ.
5 Halle couverte.
6 Gare pour les pommes de terre.
7 Halle pour les pommes de terre,
8 Halle pour la chaux.
9 Magasins et bureaux.
10 Estacade couverte pour la houille.
11 Rampe avec écurie au-dessous.
12 Magasin à fourrage.
13 Quai découvert.
14 Grues à pierre.
15 Magasin à graisse.
16 Halle aux briques et tuiles.
17 Quai à coke couvert.
18 Remise de machines.
19 Tours.
20 Forges.
21 Chef de dépôt.
22 Magasin à fourrage.
23 Ecurie.
24 Chevaux.
25 Malades.
26 Cour couverte.
27 Concierge.
28 Magasin et bureau.
29 Bascule.
30 Grue à eau.
a Grue, 10 tonnes.
b Plaques tournantes de 10 mètres.
c Puits.
d Signal.

GARE DE LA CHAPELLE

(Voir le plan page 314.)

LÉGENDE :

A Nouveau montage des locomotives.
B Montage des locomotives.
C Ajustage.
D Forge.
E Atelier central.
F Bureau du matériel.
G Remise de locomotives.
H Id.
I Id.
J Dépendances de l'économat général.
K Economat général avec bureaux.
L Remise de voitures.
M Usine à gaz avec deux gazomètres.
N Chantier du service de la voie avec ateliers.
1 Quai aux bestiaux.
2 Halles aux huiles et spiritueux.
3 Expédition des marchandises à petite vitesse.
4 Arrivage, quai de détail.
5 — sucre en sacs.
6 — quai de détail.
7 — fers et fontes.
8 Halle aux grains.
9 Transbordement du chemin de fer de ceinture.
10 Bureaux et logements.
11 Remise pour les voitures de camionnage.
12 Caisse.
13 Halle aux grains et marchandises en souffrance.
14 Entrepôt.
15 Terrains destinés à l'établissement d'une gare spéciale pour les charbons.

GARE DU CHEMIN DE BERLIN A HAMBOURG

(Voir le plan page 315.)

LÉGENDE :

AA Bâtiment des voyageurs.
B Remise de wagons.
C Remise de locomotives.
DD Halles à marchandises.
E Quai à bestiaux.
F Ateliers.
G Fosse.
H Four à coke.
I Dépôt de bois.
JJJ Jardins.
K Remise de locomotives.

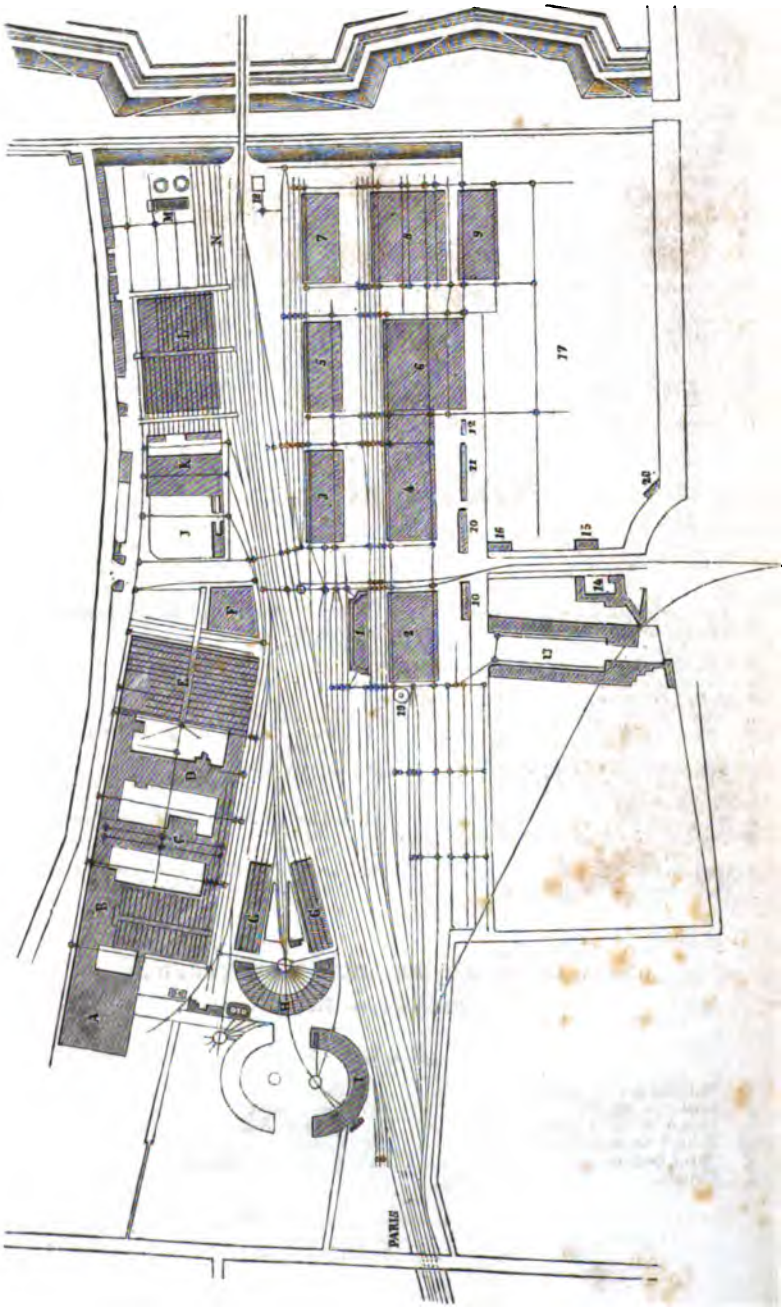


Fig. 221. — Gare du chemin de fer du Nord, à la Chapelle. — (Voir la légende page 313.)

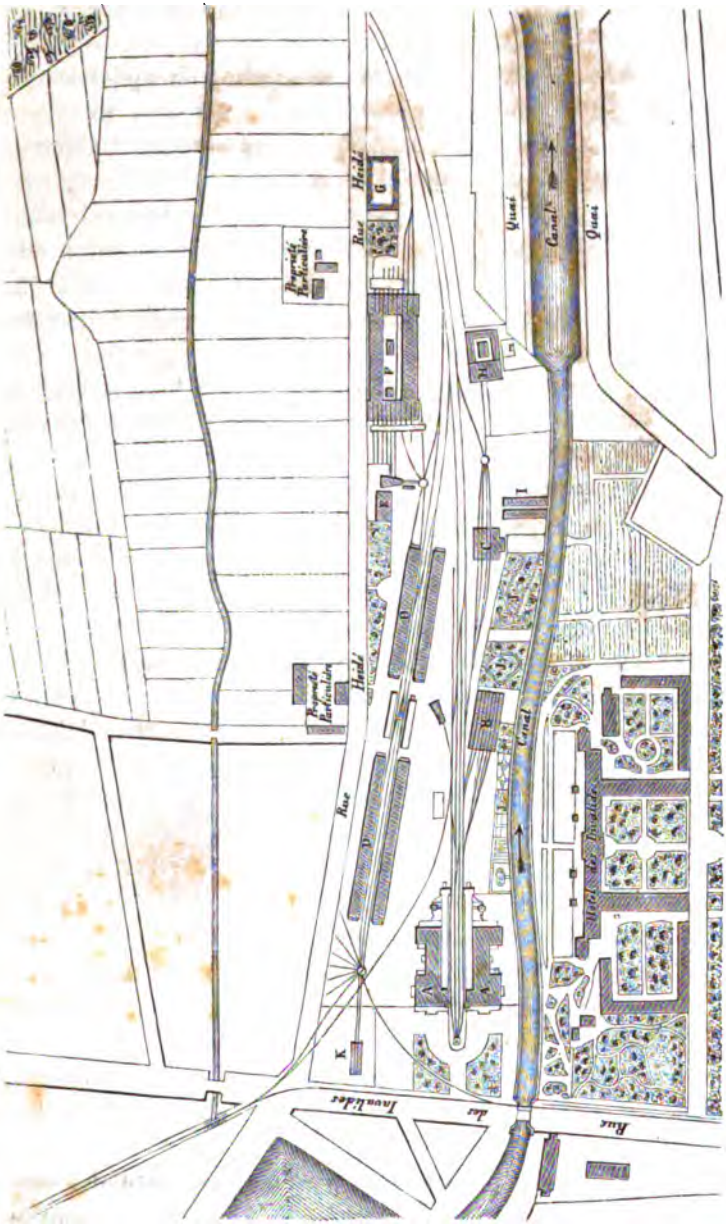


Fig. 222. — Plan de la gare du chemin de Berlin à Hambourg, à Berlin.
(Voir la légende, p. 313.)

ment ouverts, en exerçant pendant la nuit une grande surveillance sur les colis qu'ils renferment.

Au chemin de Rouen, gare des Batignolles, on a posé des voies de fer des deux côtés du trottoir, et on a réuni ces deux voies par des voies transversales logées dans les coupures faites au trottoir.

L'une de ces voies, celle qui est placée du côté où les voitures de roulage abordent le trottoir, est alors noyée dans le pavé ; elle sert à porter les wagons sur lesquels on veut charger les marchandises immédiatement à leur sortie des voitures de roulage sans les faire passer sur le trottoir, et ceux que l'on veut décharger directement dans ces voitures.

Dans les gares de quelque importance, des trottoirs ou quais spéciaux sont consacrés aux marchandises partant, d'autres aux marchandises arrivant.

Monte-charges. — La note suivante sur les monte-charges employés dans les gares anglaises fait partie d'un rapport adressé à la Compagnie de l'Est par MM. Grenier et Guillaume, à la suite d'un voyage qu'ils ont fait en Angleterre pour étudier le service des grandes gares de marchandises.

Premiers appareils construits par M. Armstrong. — C'est en 1845 que M. Armstrong réalisa la première application de son système, dans la construction d'une grue de quai à Newcastle. Cette grue est mue par l'eau des conduites de la ville; elle a toujours fonctionné très-régulièrement. Peu de temps après, il établit des appareils semblables aux docks Albert à Liverpool, où l'on voit un grand nombre de grues de quais et de monte-charges de magasins mus également par l'eau des conduites de la ville. Puis il construisit pour les mines d'Allenheads des machines hydrauliques, à mouvement de rotation continu, qui sont disposées à peu près comme des machines à vapeur à action directe et qui utilisent une chute d'eau très-élevée.

Ces machines ont une grande analogie avec les machines à colonne d'eau employées dans les mines d'Allemagne et à Poullaouen en France.

Appareils dans lesquels l'eau n'est que l'intermédiaire entre la puissance motrice et les opérateurs. — Malgré ces applications

déjà très-variées, l'emploi des nouveaux appareils, nécessitant une chute d'eau sous une assez forte pression, eût été limité.

Mais l'auteur ayant remarqué qu'il pourrait, en l'absence de cette force motrice, la créer en élevant de l'eau dans un réservoir, d'où elle serait distribuée aux divers engins de son système, et l'expérience ayant confirmé ses prévisions, l'application de ses appareils devint pour ainsi dire générale dans les docks et les grandes gares à marchandises.

L'eau n'est plus alors qu'un intermédiaire entre le moteur et les opérateurs, mais un intermédiaire bien supérieur aux organes ordinaires de transmission de mouvement, au point de vue des frottements et des chocs, qui peuvent être atténués autant qu'on le désire; c'est aussi un régulateur dont l'amplitude d'action n'a pour limite que la capacité du réservoir, de façon qu'une petite machine à vapeur, travaillant d'une manière uniforme à élever l'eau dans le réservoir, suffit pour vaincre, à un moment donné, des résistances très-considérables dont l'action est intermittente et irrégulière.

Accumulateur. — Souvent, au lieu de réservoirs élevés sur des tours ou dans les combles des magasins, M. Armstrong emploie un appareil qu'il nomme *accumulateur*, et qui consiste en un cylindre de capacité suffisante, dans lequel se meut un plongeur convenablement lesté. Dès lors rien ne limite la pression de l'eau, et, comme il y a intérêt à rendre cette pression aussi considérable que possible, pour diminuer le volume d'eau en mouvement, la dimension des appareils et des conduites, etc., M. Armstrong a adopté le chiffre de 600 anglaises par pouce carré, ce qui correspond à environ 40 atmosphères. Comme avantage particulier à l'accumulateur, il convient d'indiquer qu'on peut, en ajoutant du lest au plongeur, augmenter à volonté la puissance des appareils.

Application aux gares. — Les machines hydrauliques qu'on rencontre le plus souvent dans les gares de marchandises sont des grues pivotantes et des monte-charges de magasins. On en voit quelques-unes aussi dans les gares de voyageurs du Great-Western, à Londres.

Elles y sont employées à manœuvrer des cabestans, des plaques

tournantes, des chariots automatiques, des wagons isolés, des ponts de service qui relient les quais intermédiaires pour permettre aux voyageurs de traverser les voies, et enfin des châssis mobiles emportant des lampes dans le sous-sol du quai d'arrivée, et les ramenant après nettoyage au quai de départ. Mais ces applications du système Armstrong paraissent avoir plutôt pour objet d'exciter la curiosité que de rendre le service de la gare plus facile ou plus économique, et nous partageons l'opinion de tous les ingénieurs que nous avons consultés en Angleterre, qui sont d'avis que les fréquentes modifications qu'on est obligé d'apporter aux voies de fer dans les gares de voyageurs ne se prêtent pas à l'emploi d'engins fixes comme les appareils hydrauliques.

Les grues et monte-charges sont donc les seules machines qu'il soit utile d'examiner en vue de l'application qu'on se propose ici. Ces appareils présentent tous la même disposition de l'organe moteur : c'est un cylindre dans lequel se meut, sous la pression de l'eau, un piston plongeur, relié à la chaîne qui doit soulever les fardeaux; le piston n'est pas directement fixé à ladite chaîne, car alors la course du fardeau ne pourrait être plus grande que celle du piston; la chaîne passe sur un certain nombre de poulies disposées comme des moufles, et le piston fait corps avec la chape mobile de ces poulies : par exemple, s'il y a quatre poulies, la course du fardeau sera égale à quatre fois celle du piston, et ainsi de suite. La distribution de l'eau se fait au moyen d'une soupape d'entrée et d'une soupape de sortie qu'on manœuvre à la main avec la plus grande facilité. Les grues pivotantes sont munies d'un petit cylindre alimenté de la même manière et qui produit à volonté le mouvement de rotation.

Puissance des grues et monte-charges. — La puissance des grues qu'on emploie dans les diverses gares varie dans des limites très-étendues; généralement, sous les halles, on emploie des grues de 1 tonne et demie. Dans les magasins, on emploie des monte-charges de la même puissance. Sur les quais, il y a des grues de 10 et même de 20 tonnes.

Dans le cas particulier où les diverses voies de gares sont à des niveaux différents, on se sert aussi de ponts mobiles qui soulèvent

des wagons tout chargés au moyen de pistons appliqués directement sous ces ponts.

Conduites à préserver contre la gelée. — Presque partout les conduites et les machines sont posées sous le sol pour être à l'abri de la gelée. Quand on a été obligé de renoncer à cette disposition, il a fallu recourir à l'emploi d'enveloppes, prescrire la mise en vidange des appareils la nuit, et, malgré toutes ces précautions, il y a eu quelquefois des ruptures.

A part cet inconvénient, qu'il est presque toujours facile d'éviter, les appareils que nous avons examinés nous ont paru présenter toutes les conditions d'une marche facile et régulière. Avec ces machines, les chargements et déchargements sont extrêmement rapides, et on peut, sur un espace très-restreint, satisfaire à un mouvement de marchandises considérable.

L'emploi n'en est du reste avantageux qu'autant que le mouvement est assez actif pour que l'économie faite sur la main-d'œuvre, et celle faite sur l'intérêt du capital comparé aux achats de terrain, couvrent l'intérêt du capital des machines.

Monte-charges de l'Ouest. — Aux chemins de fer de l'Ouest, on a profité de la concession d'eau pour faire mouvoir des monte-bagages. Dans cette compagnie il existe deux appareils hydrauliques, l'un à la gare Montparnasse et l'autre à la gare Saint-Lazare.

Monte-charges de M. Baude. — Le monte-bagages hydraulique de la gare Montparnasse, construit par M. Baude, se compose d'un treuil portant une grande poulie à gorge hélicoïdale sur laquelle s'enroulent en sens inverse les chaînes des plateaux.

Sur le même arbre existe une seconde poulie engrenant avec une chaîne de Galle, dont les extrémités sont attachées aux têtes des tiges de deux pistons qui se meuvent dans des cylindres verticaux placés au bas de la colonne d'eau motrice. Les pistons supportent des contre-poids formés de rondelles en fonte, de telle sorte qu'en faisant arriver l'eau sous l'un des pistons, l'un des contre-poids étant équilibré par la pression du liquide, l'autre descend en vertu de son poids et fait monter le plateau chargé. Un robinet à quatre ouvertures fait communiquer alternativement le fond de chaque cylindre avec l'eau motrice ou avec l'air extérieur.

Monte-charges de M. Flachat. — Le monte-bagages de la gare Saint-Lazare, construit par M. E. Flachat, se compose d'un cylindre horizontal dans lequel se meut un piston à double tige, dont chaque extrémité porte une chaîne qui s'enroule en sens inverse sur la poulie d'un treuil auquel le piston communique son mouvement alternatif.

L'arbre du treuil porte des poulies à double gorge sur lesquelles s'enroulent aussi en sens inverse les chaînes des plateaux.

La distribution de l'eau dans les cylindres est analogue à celles employées dans les machines à colonnes d'eau.

En fermant les deux introductions et mettant en communication les deux faces du piston, l'on peut descendre une charge sans dépense d'eau, et régler la descente en fermant plus ou moins le robinet de communication.

GARES INTERMÉDIAIRES

Composition et disposition des stations intermédiaires considérées dans leur ensemble.

Classification. — Les stations intermédiaires se subdivisent, avons-nous dit, en :

Stations de 1re classe ;

Stations de 2e ou 3e classe.

Tous les convois s'arrêtent aux stations de 1re classe ; une partie seulement à celles de 2e ou 3e classe.

Les stations de 1re classe présentent entre elles de grandes différences quant à l'importance du service.

Ainsi les grandes stations de Huntsbank, sur le chemin de Liverpool à Leeds, et celle de Derby, sur le chemin de Londres à Leeds, représentées dans l'ancien *Portefeuille*, sont, à proprement parler, des stations de 1re classe, puisque l'une peut être considérée comme station intermédiaire des chemins de Londres et Birmingham à Leeds, qui s'y croisent.

D'un autre côté, eu égard à leur grande importance, on pourrait

dire aussi que ce sont des gares centrales formées par la réunion de plusieurs gares d'arrivée et de départ.

En se plaçant à ce point de vue, la gare de Derby serait la réunion des gares d'arrivée et de départ des chemins de Derby à Londres, Derby à Leeds et Derby à Birmingham; celle de Huntsbank, la réunion des gares de départ et d'arrivée des chemins de Liverpool à Manchester et de Manchester à Leeds.

Ces stations des chemins anglais, de même que les stations de Metz et de Nancy sur le chemin de Paris à Strasbourg, celles de Creil, Amiens et de Lille sur le chemin du Nord, d'Orléans, de Tours et de Nantes sur le chemin de Paris à Bordeaux, doivent être considérées comme des stations intermédiaires d'une importance telle, que nous avons cru devoir les assimiler à des stations extrêmes et les décrire séparément, sous le nom de stations intermédiaires hors ligne.

Les stations intermédiaires des différentes classes présentent de grandes différences entre elles quant à l'importance du service, c'est ce qui a conduit plusieurs compagnies à admettre des stations de 4e et de 5e classe, de 6e classe, et même à composer une 7e classe des *haltes* ou maisons de garde devant lesquelles s'arrêtent les convois pour prendre des voyageurs.

Il ne faut pas attacher à la dénomination de stations de 1re, 2e, 3e classe, etc., une valeur trop absolue, car telle station, rangée dans une classe sur une certaine ligne, peut être placée sur une autre ligne dans une classe inférieure, et il arrive que sur une même ligne des stations d'une certaine classe ont des dimensions différentes motivées par des différences dans l'activité du service.

La classification des stations intermédiaires a lieu ordinairement d'après l'importance du service des voyageurs; mais il arrive que telle station qui est de 1re classe comme station de voyageurs, n'est que de 2e ou 3e classe comme station de marchandises, ou même que servant au transport d'une masse considérable de voyageurs, elle est nulle en ce qui concerne celui des marchandises pour lequel on n'a fait aucun aménagement (stations de banlieue).

Les stations peuvent aussi se subdiviser en stations ordinaires et stations d'embranchement.

Disposition des voies. Position des aiguilles. — Passant à l'étude des stations intermédiaires, nous nous occuperons d'abord de la disposition des voies. L'usage était anciennement de ne lier, dans les gares intermédiaires, les voies latérales aux voies principales que par une de leurs extrémités, de manière que les machines marchant sur la voie principale ne pussent jamais passer sur la voie latérale qu'en reculant, quelle que fût la position des aiguilles du changement de voie.

Depuis que l'usage des changements de voie à contre-poids s'est répandu, on s'est écarté quelquefois de cette règle, surtout dans les stations de 1re classe, où tous les convois stationnent.

Ainsi, dans la gare de Swindon, du chemin de Londres à Bristol (fig. 258), dans la gare de Coventry, chemin de Londres à Birmingham, dans celle de Normanton, chemin de Leeds à Derby, et dans les gares intermédiaires d'un grand nombre d'autres chemins de fer d'Angleterre, on trouvait, il y a quelques années, entre les trottoirs d'arrivée et de départ, quatre voies : les deux voies du milieu, qui étaient les voies principales, et les deux voies latérales, qui étaient reliées par les deux extrémités aux voies principales.

Les convois des marchandises s'arrêtaient seuls sur les voies principales; les convois de voyageurs passaient toujours sur les voies latérales le long des trottoirs de départ et d'arrivée.

Cette disposition n'est pas sans quelque danger : un aiguilleur ayant un jour, dans la gare de Coventry, ouvert par mégarde la voie latérale pour un convoi de marchandises, ce convoi est venu se heurter contre un convoi de voyageurs qui stationnait devant le trottoir.

Elle doit, dans tous les cas, être prohibée dans les gares de classes inférieures, où les convois passent souvent à de grandes vitesses sans stationner.

Sur le chemin de Strasbourg, on a adopté pour règle générale de placer la pointe des aiguilles dans le sens opposé à la marche des convois, même dans les stations principales.

Au chemin du Nord on a fait, à la suite d'études récentes, disparaître toutes les aiguilles en pointe qui n'étaient pas absolument nécessaires, telles que celles qui desservaient les embranchements,

et, dans ce dernier cas, on les a protégées par des signaux spéciaux de jour et de nuit.

Sur les chemins anglais, on a reconnu que depuis qu'on avait supprimé autant que possible les aiguilles à contre-marche, le nombre des accidents avait considérablement diminué.

Disques indicateurs des aiguilles. — Pour prévenir autant que possible, sur les chemins à une voie, les accidents terribles qui peuvent provenir d'une aiguille mal dirigée, il faut que l'aiguille, en se déplaçant, fasse tourner un disque à une distance convenable. — La position du disque indique la position de l'aiguille. — Quand celle-ci ne doit fonctionner que rarement, il est bon de la cadenasser. Pour certaines aiguilles dont on peut apercevoir le levier de loin, on se borne à placer un disque et une lanterne sur le levier qui sert à manœuvrer les aiguilles.

La transmission du mouvement de l'aiguille au disque, s'il est placé à une certaine distance, pouvant ne s'opérer qu'imparfaitement, ou la lampe du disque pouvant la nuit s'éteindre ou jeter une lumière incertaine dans les temps de brouillard, ces précautions ne suffisent pas.

Disposition des voies aux stations des chemins à une voie. — Sur les chemins à une voie, au chemin de l'Est, les voies dans les stations sont disposées comme l'indique la figure 223.

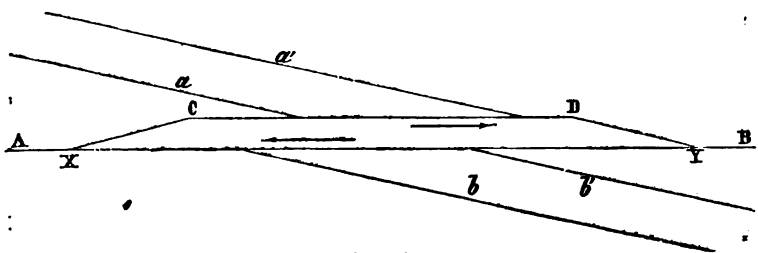


Fig. 223.

AB Voie principale.
ABCD Voie d'évitement.
aa', bb' } Voies de garage.

Quand les trains desservent les stations, celui qui marche sur la voie principale dans la direction de la flèche BA (fig. 223) s'arrête sur cette voie entre les points Y et X, et les trains qui marchent en sens contraire passent sur la voie d'évitement YDCX.

Quant aux trains directs qui ne desservent pas la station, ils marchent quelquefois dans les deux sens sur la voie principale, à la traversée de la station; mais alors une aiguille mal placée peut diriger le train marchant dans la direction AB sur une voie de garage. Peu s'en est fallu que, sur le chemin de Mulhouse, un train ait ainsi dévié.

Aucun appareil, il est vrai, n'indiquait la position de l'aiguille.

On courrait moins de risques en dirigeant les trains directs, marchant dans la direction AB, sur la voie d'évitement, comme cela se fait maintenant sur les sections à une voie des chemins de l'Est, le service sur les deux voies de la station ayant lieu alors comme sur un chemin à deux voies, de manière que les aiguilles des voies de garage ne présentent jamais leurs pointes aux convois en marche.

Un contre-poids, placé sur le levier de l'aiguille Y, tiendrait constamment la voie principale ouverte. L'inverse aurait lieu pour l'aiguille X.

On objecte à cette manœuvre que le train direct, marchant dans la direction AB à grande vitesse, éprouvera, au passage de l'aiguille X, une violente secousse. On pare à cet inconvénient en donnant une grande longueur à cette aiguille, et en prescrivant aux mécaniciens de ralentir au passage dans la voie d'évitement.

Voies de garage. — *Il est très-important d'établir à chaque station des voies de garage suffisantes au point de vue du nombre et de la longueur.* Il faut que, dans aucun cas, les trains ne soient obligés de stationner sur la voie principale. C'est là une condition essentielle à remplir pour prévenir les accidents.

Dans les stations intermédiaires de quelque importance, on a donné aux voies de garage pour les trains de marchandises assez de longueur pour qu'elles pussent porter deux trains de marchandises en même temps. L'une des voies est juxtaposée à la voie montante, l'autre à la voie descendante, et les trains de marchandises ne peuvent y entrer qu'à reculons.

Heurtoirs mobiles. — Il ne faut pas négliger de placer sur les voies d'évitement des cales ou heurtoirs mobiles pour arrêter les wagons qui, par les temps d'orage, sont poussés par le vent. On a

vu, faute de cales, des wagons poussés ainsi de la voie de garage sur la voie principale devenir la cause d'accidents.

Heurtoirs fixes. — Il est nécessaire également, pour prévenir les accidents, de placer un heurtoir solide à l'extrémité de la voie ou au moins un tas de terre d'une hauteur et d'une épaisseur suffisantes pour arrêter les wagons. On peut encore relever l'extrémité des rails des voies de garage afin d'arrêter la marche des wagons et les empêcher de passer ainsi sur une autre voie ou de dérailler.

Coupements de voie. — Sur certains chemins, on ne fait aucune difficulté pour poser des voies obliques coupant les voies principales; sur d'autres, les ingénieurs répugnent à interrompre les voies principales par des croisements de voie qui, toujours difficiles à entretenir, peuvent, s'ils sont en mauvais état, occasionner des accidents. Ils préfèrent multiplier les aiguilles. Les croisements sur les voies principales ne nous paraissent pas très-dangereux dans les stations principales où tous les convois s'arrêtent. Nous croyons qu'on peut, dans tous les cas, les admettre sur les chemins d'importance secondaire, consacrés plutôt au transport des marchandises qu'à celui des voyageurs. Ils facilitent beaucoup les manœuvres, et ont d'ailleurs le grand avantage de permettre la suppression d'aiguilles en pointes. On verra plus loin, en étudiant les plans de nouvelles gares intermédiaires et de gares d'embranchement, de quelle manière les ingénieurs en font usage.

On peut remplacer les deux voies par une voie unique placée entre les voies principales (fig. 224). Mais il nous semble préférable de rejeter sur le côté, toutes les fois que cela peut se faire, les voies de garage des convois de marchandises : la gare est moins obstruée et le chef de gare exerce son inspection plus facilement. Si, malgré cela, on établit encore une troisième voie intermédiaire, elle devient alors voie de dégagement des machines, et elle sert, dans le cas particulier des convois spéciaux, au garage des trains de voyageurs.

A côté des voies de garage pour les trains de marchandises, il est nécessaire de poser une voie de dégagement pour les wagons vides. Il est essentiel aussi de ne pas négliger, dans les stations

intermédiaires du premier ordre où se trouve un dépôt, d'établir un certain nombre de voies pour le service des machines, surtout

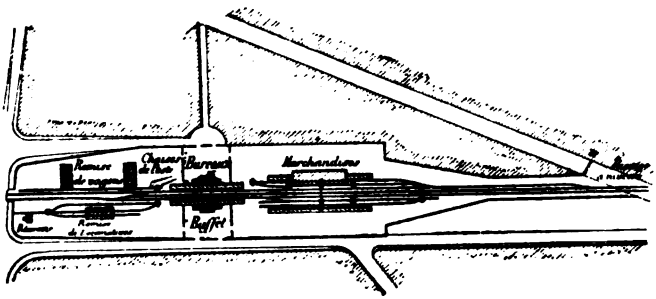


Fig. 224. — Gare de Château-Thierry.

si elles ne sont pas munies de l'appareil Giffard. Nous avons déjà indiqué, en parlant des gares extrêmes, la disposition de ces voies.

Voies principales. — Les voies d'arrivée et de départ étant établies entre les trottoirs, le bâtiment des salles d'attente pour le départ est ordinairement placé du côté de la ville que dessert la station, et les voyageurs qui arrivent sont obligés de traverser les deux voies pour se rendre en ville. Au chemin de Bristol, pour éviter aux voyageurs la traversée des voies, qui cependant paraît être sans danger, on a imaginé, pour certaines stations, celle de Windsor, par exemple, une disposition assez curieuse que nous allons décrire.

Du côté de la ville, on a établi deux trottoirs, T et T' (fig. 225),

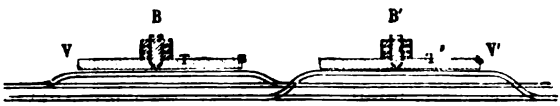


Fig. 225. — Gare de Windsor.

et, à côté de chacun de ces trottoirs, un bâtiment contenant un bureau pour la distribution des billets, des salles d'attente et accessoires.

Le bâtiment B et le trottoir T servent aux voyageurs qui se ren-

dent par la voie montante de Windsor à Bristol ou à l'une des stations placées entre Windsor et Bristol. Le convoi venant de Londres passe sur la voie de garage V pour les recueillir, et reprend ensuite la voie montante. Le bâtiment B′ et le trottoir T′ servent pour les voyageurs circulant en sens contraire sur la voie descendante de Windsor vers Londres. Le convoi venant de Bristol passe alors sur la voie de garage V′, et, après avoir stationné devant le trottoir T′, reprend la voie descendante.

Cette disposition nous semble tout à fait vicieuse : elle exige non-seulement double bâtiment pour les bureaux de distribution des billets, bureaux de bagages, salles d'attente, etc., mais encore double trottoir et accroissement du personnel pour le service de la station.

Une partie des changements de voie tournent leurs pointes du côté du mouvement et les machines traversent les voies, ce qui peut occasionner des accidents tout aussi bien que si la traversée était effectuée par les voyageurs.

Dispositions pour éviter la traversée des voies. — Sur le chemin de Versailles, rive droite, plusieurs voyageurs ayant été tués en cherchant à traverser les voies, on a construit de petits ponts au moyen desquels on peut passer d'un trottoir à l'autre par-dessus le chemin. Sur quelques chemins anglais, on a établi des ponts semblables en les couvrant et les fermant sur les côtés.

Ces ponts peuvent être utiles sur des chemins, comme le chemin de Versailles, où les convois passent en très-grand nombre et inopinément. Leur usage sur de grandes lignes est assez coûteux et gênant pour le service. Sur les chemins du réseau de l'Est, il n'est arrivé jusqu'à présent aucun accident qui en fasse sentir la nécessité.

Disposition au chemin d'Auteuil. — Sur le chemin d'Auteuil, on a adopté, dans le même but, une disposition fort ingénieuse que nous devons décrire. Ce chemin se trouvant presque entièrement en tranchée, le bâtiment des salles d'attente, comme le représentent les figures 226 et 227, est placé au-dessus des voies à une hauteur telle, que les locomotives peuvent passer dessous. On arrive aux salles d'attente de plain-pied et l'on descend pour le dé-

part sur les trottoirs par des escaliers qui, partagés en deux parties égales par une main courante, servent également aux voyageurs arrivant.

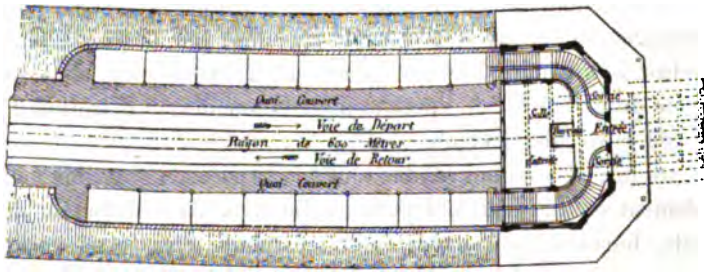


Fig. 226. — Plan de la station et du bâtiment de la porte Maillot.

Cette disposition a toutefois un inconvénient, celui d'occasionner

Fig. 227. — Coupe.

une grande fatigue au chef de gare, qui doit descendre et monter au moment du départ et de l'arrivée des convois.

Disposition sur les chemins allemands. — Sur certains chemins d'Allemagne (fig. 228) l'un des trottoirs a été placé entre les deux voies.

Les voyageurs partant du trottoir n'ont alors qu'une seule voie à traverser, et, comme ce n'est pas sur celle-ci que passent les convois qui doivent les recevoir, ils ne courent pas le risque de les rencontrer en traversant la gare. Mais ce léger avantage est compensé par de graves inconvénients : on ne peut donner au trottoir des dimensions suffisantes en largeur pour le service des stations du premier ordre sans écarter les voies outre mesure ; cette disposition se prête mal à l'établissement d'un abri pour préserver les voyageurs de la pluie au moment où ils entrent dans les voitures et oblige à courber les voies aux abords de la station, ce qui force

à diminuer la vitesse des trains directs. Enfin elle n'est pas sans danger quand deux trains se croisent dans la station même. Au chemin de Nancy à Sarrebruck, sur lequel on l'avait d'abord adop-

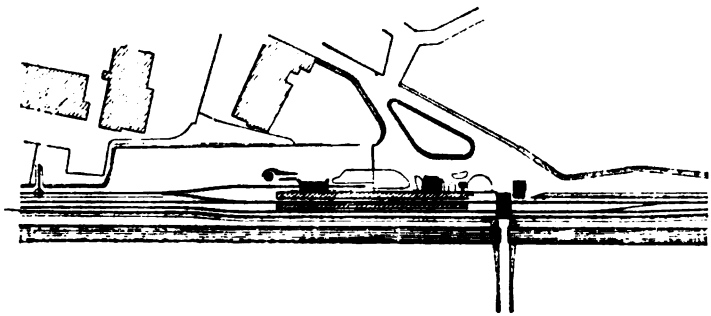


Fig. 228. — Station avec trottoir entre les voies.

tée, la Compagnie y a reconnu pendant l'exploitation des inconvénients tels, qu'elle n'a pas hésité à faire une dépense assez considérable pour revenir à la disposition ordinaire.

Stations intermédiaire du chemin de l'Ouest (section de Cherbourg). — Les figures 229, 230 et 231 représentent les trois types adoptés au chemin de fer de l'Ouest (ligne de Cherbourg) pour la disposition des voies et des bâtiments.

Stations intermédiaires pour un nouveau réseau étranger. — Les figures 232 à 239, représentent les types qui ont été étudiés pour de nouvelles lignes d'un réseau sur lequel, vu le peu d'activité de la circulation, le service se fera le plus souvent au moyen de trains mixtes.

Les conditions que l'on s'est imposées dans l'étude de ces derniers projets sont les suivantes :

1° Disposer les bâtiments et les voies de manière que l'on puisse, pendant le stationnement, détacher du train, ou y attacher des wagons le plus rapidement possible, soit à bras d'hommes, soit avec a machine ;

2° Concentrer le service dans le moindre espace possible, non-seulement afin de rendre les manœuvres moins coûteuses, mais aussi afin de faciliter la surveillance du chef de gare ;

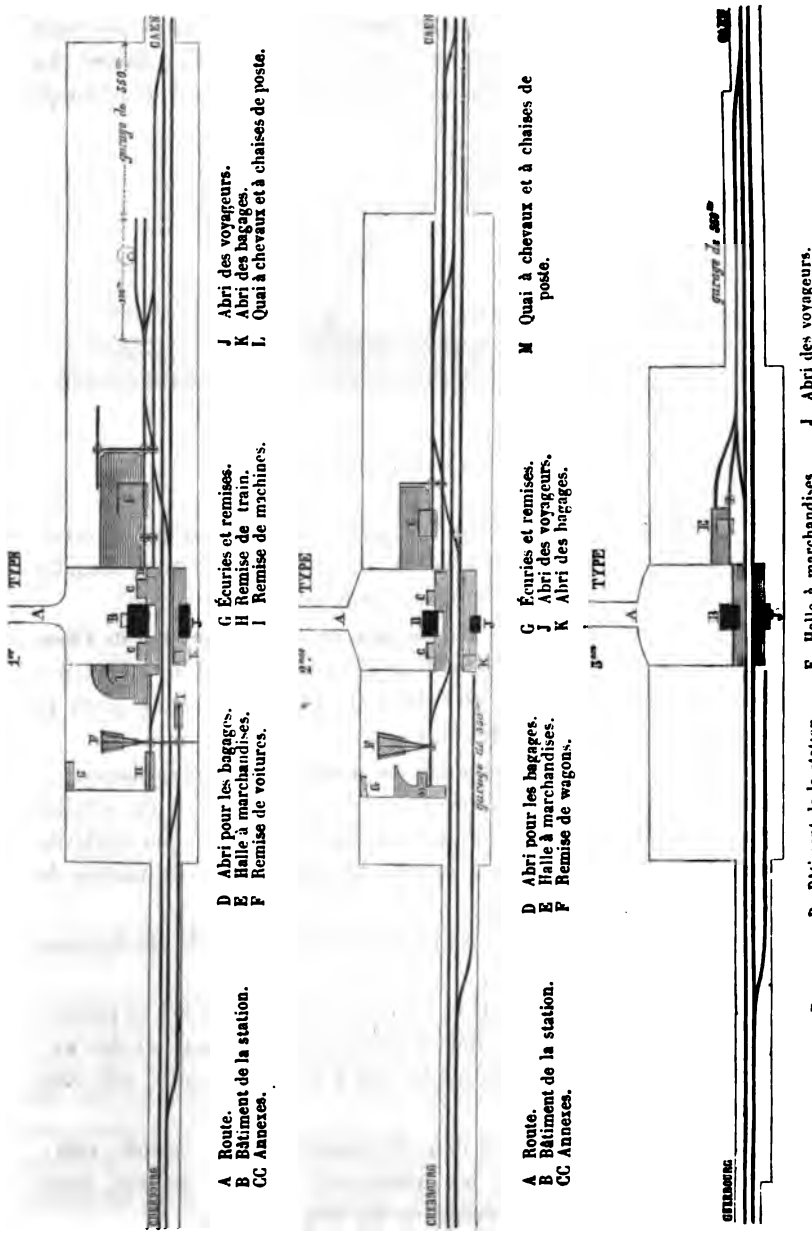
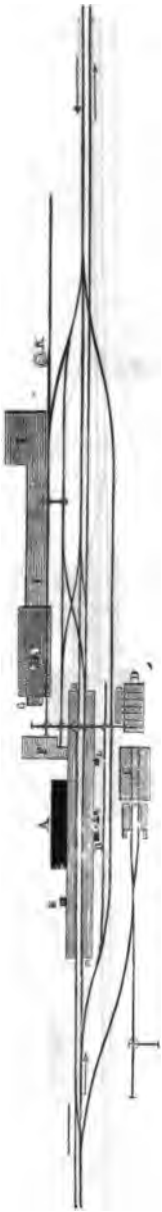
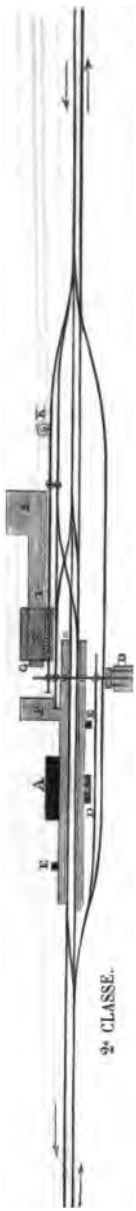
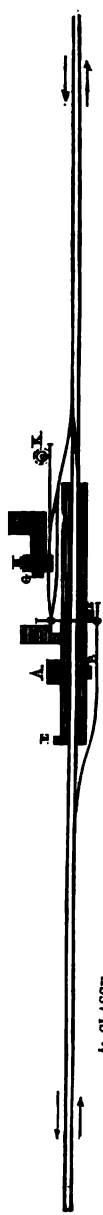


Fig. 229, 230, 231. — Stations du chemin de fer de l'Ouest. (Section de Cherbourg).



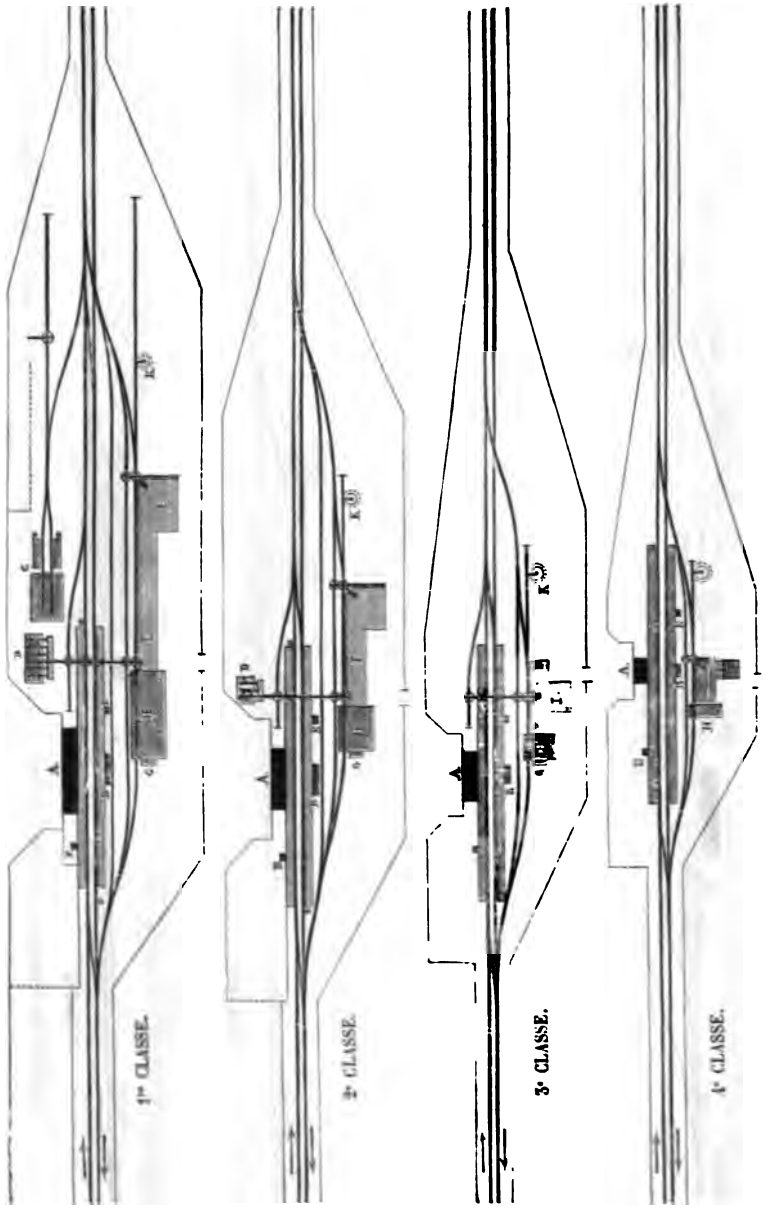




Le service des voyageurs et celui des marchandises sont placés du même côté de la voie; le service du matériel est de l'autre côté.

Fig. 232. Fig. 233. Fig. 234. Fig. 235.

Stations d'un nouveau réseau étranger. Première disposition. (Voir la légende page 333.)



Le service des voyageurs et celui du matériel sont du même côté de la voie; celui des marchandises est de l'autre côté.

Fig. 256. Fig. 257. Fig. 258. Fig. 259.

Stations d'un nouveau réseau étranger. Seconde disposition.

LÉGENDE DES PLANS DES STATIONS INTERMÉDIAIRES D'UN NOUVEAU RÉSEAU ÉTRANGER.

PREMIÈRE DISPOSITION.

1re classe. — Fig. 293.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
C Dépôt de machines.
D Remise de voitures.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

2e classe. — Fig. 294.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
D Remise de voitures.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

3e classe. — Fig. 295.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

4e classe. — Fig. 296.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
E Latrines.
F Quai.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

SECONDE DISPOSITION.

1re classe. — Fig. 297.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
C Dépôt de machines.
D Remise de voitures.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

2e classe. — Fig. 298.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
D Remise de voitures.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

3e classe. — Fig. 299.

A Bâtiment de la station.
B Abri.
E Latrines.
F Quai à chaises de poste.
G Bureau des marchandises.
H Halles à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

4e classe. — Fig. 300.

A Bâtiment de la station.
B Abris.
E Latrines.
F Quai.
G Bureau des marchandises.
H Halle à marchandises.
I Quai découvert.
K Grue.

3° Se réserver l'espace suffisant pour agrandir au besoin la surface totale de la gare ou celle des bâtiments, et pour multiplier les voies.

Pour remplir les deux premières, on n'a pas craint, dans les gares de première classe, de placer des plaques tournantes sur les voies principales, et d'admettre également dans ces gares des coupements de voie obliques.

La machine s'alimente d'eau rapidement au moyen de grues-réservoirs, et, pendant qu'elle s'alimente, des hommes peuvent faire la manœuvre des wagons sur les plaques. Une fois alimentée, la machine, si cela est nécessaire, conduit des voies principales sur les voies de garage ou des voies de garage sur les voies principales un certain nombre de wagons à la fois, sans faire un long trajet. Dans la plupart des gares aujourd'hui existantes, les aiguilles sont si éloignées et les voies disposées de telle façon, qu'une pareille manœuvre devient difficile, longue et nuisible au service.

Dans les stations d'un ordre inférieur on évite les plaques tournantes sur les voies principales, et la machine n'ayant pas à s'alimenter peut faire le service dans le temps consacré au service des voyageurs et des bagages.

Partout, quelle que soit l'importance de la gare, pour éviter les mouvements inutiles, on a posé deux voies de marchandises. On évite ainsi que la machine, après avoir pris les wagons de marchandises à expédier pour les ajouter au train, soit obligée de revenir pour prendre ceux à expédier. On rend aussi le triage des wagons beaucoup plus facile.

Les voies de marchandises, pour éviter les longs parcours à bras, ont été partagées par des traversées de voies et des aiguilles en nombre suffisant.

Le chemin étant à deux voies, on a, pour le cas de déraillement ou de l'emploi de machines de secours et afin d'éviter les manœuvres longues et dangereuses de la prolonge, établi, dans les stations des trois classes, deux communications.

La largeur des quais a été déterminée de manière qu'ils puissent desservir un train mixte ou un train de voyageurs composé de 24 voitures.

Enfin, on a établi partout des passages pour la traversée des voies par les voyageurs ou les *cabrouets* chargés de bagages.

Les figures 232 à 235 représentent la disposition de la gare pour des stations de trois classes différentes, le bâtiment des marchandises se trouvant du même côté que celui des voyageurs; les figures 236 à 239, les halles à marchandises se trouvant du côté opposé.

Le bâtiment des voyageurs étant ordinairement construit du côté de la ville, il est préférable que les halles à marchandises soient du même côté, car, dans le cas contraire, les camions venant de la ville ou y allant sont forcés de traverser la voie ferrée. Mais, dans ce cas, l'agencement des voies devient plus difficile, ainsi que l'on peut s'en convaincre en étudiant les plans. On aura donc, dans la composition des projets à peser, les avantages et les inconvénients de l'un et l'autre système, eu égard à la nature du service dans la localité.

Stations du Midi. — Les figures 240, 241 représentent la disposition générale d'une station de 1re et de 3e classe du chemin du Midi, le chemin étant à une voie.

On remarquera :

1° Que les convois doivent prendre nécessairement une partie des aiguilles en pointe pour entrer dans les voies de garage, ce qui ne laisse pas que de présenter quelque danger, surtout dans les stations d'un ordre inférieur où l'on a conservé la même disposition, et que l'on peut éviter ce danger en adoptant la disposition indiquée page 323, fig. 223;

2° Qu'un même changement de voie dessert à l'une des extrémités de la station trois voies se réunissant en un même point; et que le changement triple donnant toujours lieu, quel que soit son mode de construction, à un élargissement exagéré de la voie, a été, sur d'autres lignes, proscrit dans les stations où les convois passent quelquefois rapidement sans s'arrêter.

On a représenté en lignes ponctuées *ab*, une voie pour le service des marchandises qui pourrait être établie dans le cas d'un service très-actif.

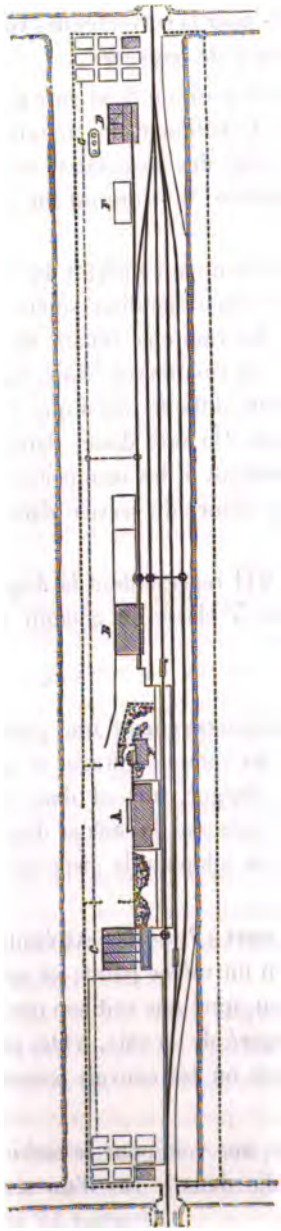


Fig. 240. — Plan d'une station de 1re classe du chemin du Midi.

A Bâtiment des voyageurs.
B Halle couverte.
C Remise de voitures.
D Remise de machines.
E Latrines.
F Quai à coke.
G Réservoirs.

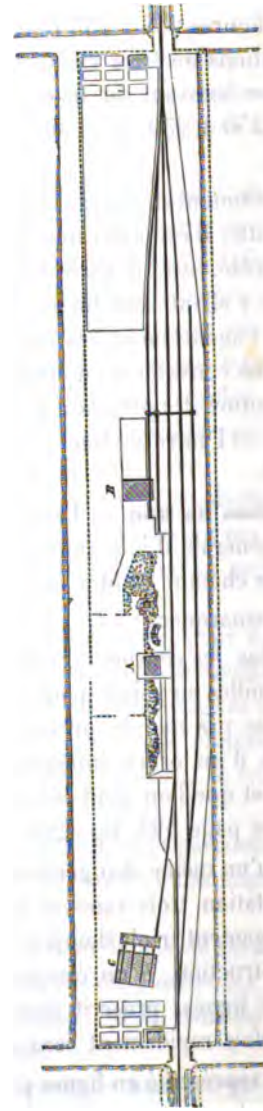


Fig. 241. — Plan d'une station de 3e classe du chemin du Midi.

A Bâtiment des voyageurs.
B Halle à marchandises.
C Remise de voitures.

On a adopté .

Pour les wagons de marchandises des plaques ayant.	$4^m,200$	de diamètre.
Pour voitures.	$5^m,000$	—
Pour machines.	$5^m,600$	—

La largeur des entre-voies d'axe en axe des rails est :

1° Entre les voies de circulation actuelles et futures. .	$2^m,060$
2° Entre les voies de circulation et une voie d'évitement avec plaque	$2^m,500$
3° Entre deux voies de marchandises pourvues de plaques	$3^m,000$
4° Entre les voies de circulation ou d'évitement, et une voie de service pourvue de plaques à wagons à marchandises.	$4^m,250$
5° Entre les voies de circulation ou d'évitement, et une voie de service pourvue d'une plaque à voitures de voyageurs.	$4^m,500$
6° Entre les voies de circulation ou d'évitement, et une voie pourvue d'une plaque pour machine. . .	$5^m,000$

Dans des types d'un ordre inférieur on a conservé une disposition de voies analogues, mais on a supprimé les bâtiments inutiles pour le service de la station.

Dans quelques stations on n'a supprimé que le bâtiment pour dépôt; dans d'autres, ce bâtiment et la halle à marchandises. Enfin, dans des stations du dernier ordre, on n'a conservé que le bâtiment des voyageurs et un bâtiment de latrines. Ces latrines ne sont ouvertes que du côté de la cour seulement, tandis que dans les stations d'un ordre supérieur elles sont ouvertes en partie du côté de la voie, et en partie du côté de la cour.

Stations du Nord. — La figure 242 représente une station intermédiaire de 1re classe, exceptionnelle (station hors ligne) du chemin du Nord, celle de Cambrai. Elle est importante comme voyageurs

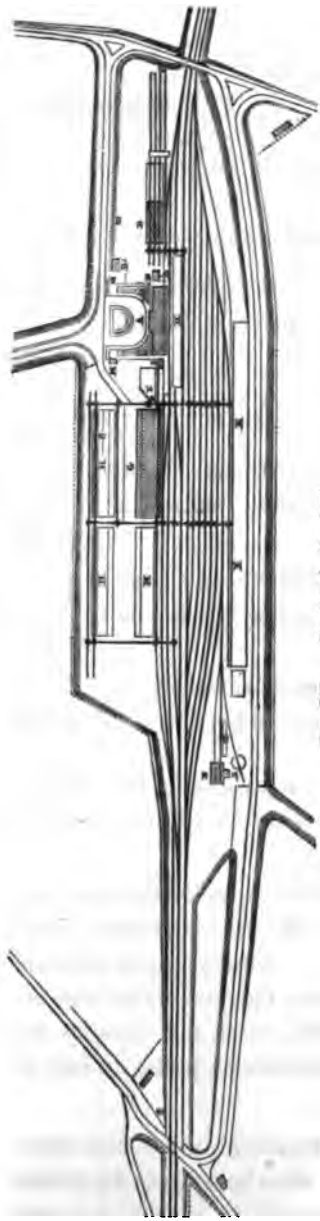


Fig. 244. — Station de Cambrai.

A Bâtiment des voyageurs.
B Ecurie.
D Remise de wagons.
E Atelier.
F Réservoir et lampes.
G Halle à marchandises.
H Quais à marchandises.
I Quai à chaises de poste.
J Latrines.
L Plaque pour machines.
M Portier consigne.
N Dépôt des marchandises encombrantes.

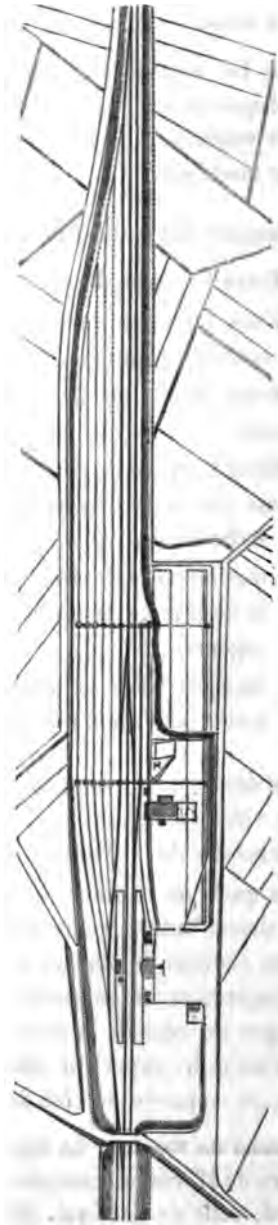


Fig. 245. — Station de Chocques.

A Bâtiment des voyageurs.
B Latrines.
F Lampes
G Halle à marchandises.
I Quai à bestiaux et à chaises de poste.
O Abri.

surtout, et est considérée par les ingénieurs du Nord comme un de leurs meilleurs types.

La figure 243, une station de 4e classe comme voyageurs et comme marchandises, celle de Chocques, étudiée de manière à permettre un assez grand développement du service des marchandises (charbon particulièrement).

Stations intermédiaires hors classe. — Les stations hors classe ont, pour la composition et la disposition des voies, une grande analogie avec les stations extrêmes.

La station de Metz (fig. 244), sur le chemin de fer de l'Est, est

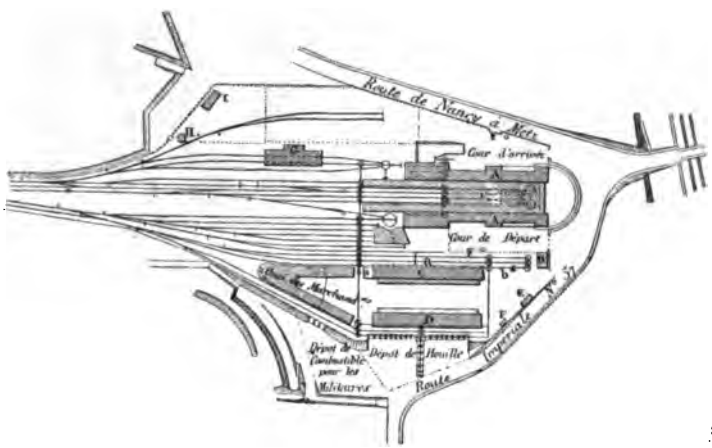


Fig. 244. — Plan de la gare de Metz.

AA' Bâtiment des voyageurs.
B Bureau de la douane.
C Halle à marchandises (départ).
D Id. (arrivée).
E Bureau des expéditions.
FF'F" Latrines.
G Remise de machines.
H Réservoir.
I Magasin de la voie.
a Bascule.
b Grue Arnoux.

une station de ce genre, formant tête de ligne pour les chemins de Thionville et du Luxembourg, ainsi que la station de Lyon-Vaise, fig. 245, qui est fort bien disposée pour le service des voyageurs, des marchandises et de la traction.

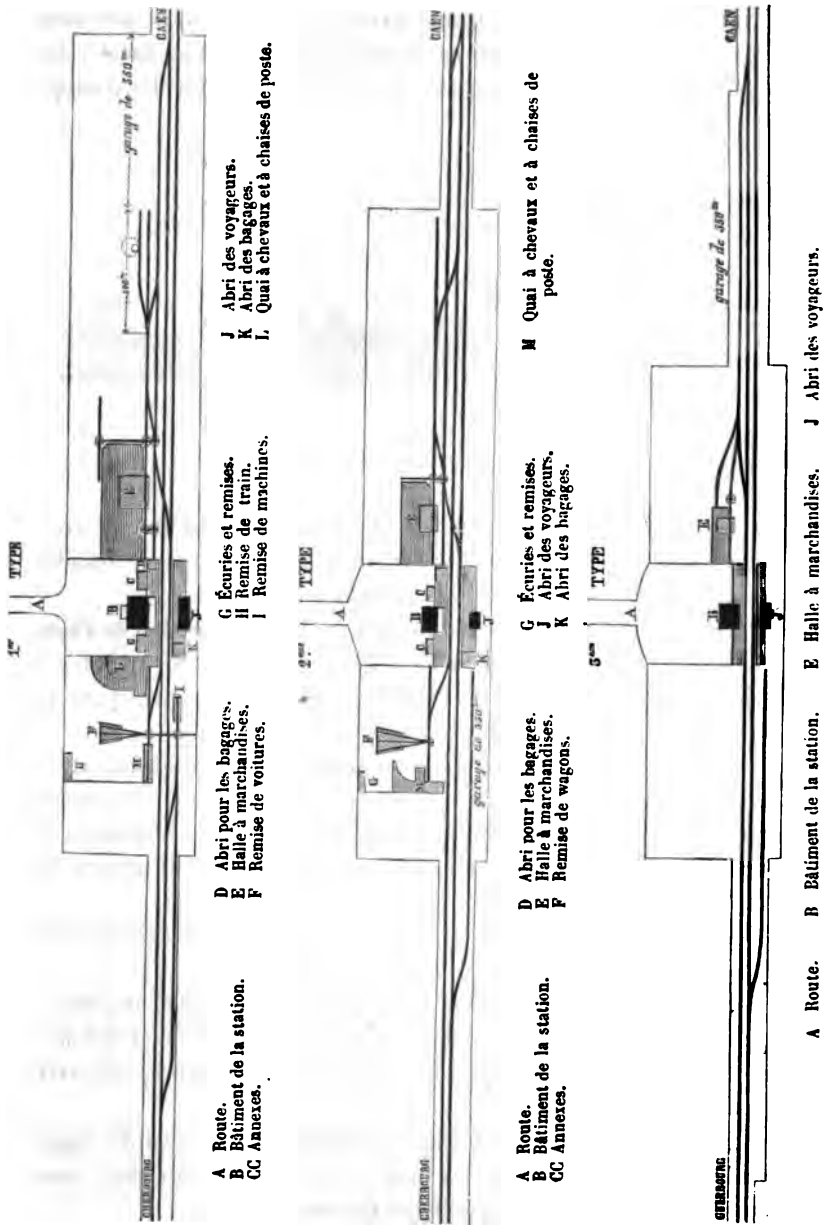


Fig. 229, 230, 231. — Stations du chemin de fer de l'Ouest. (Section de Cherbourg).

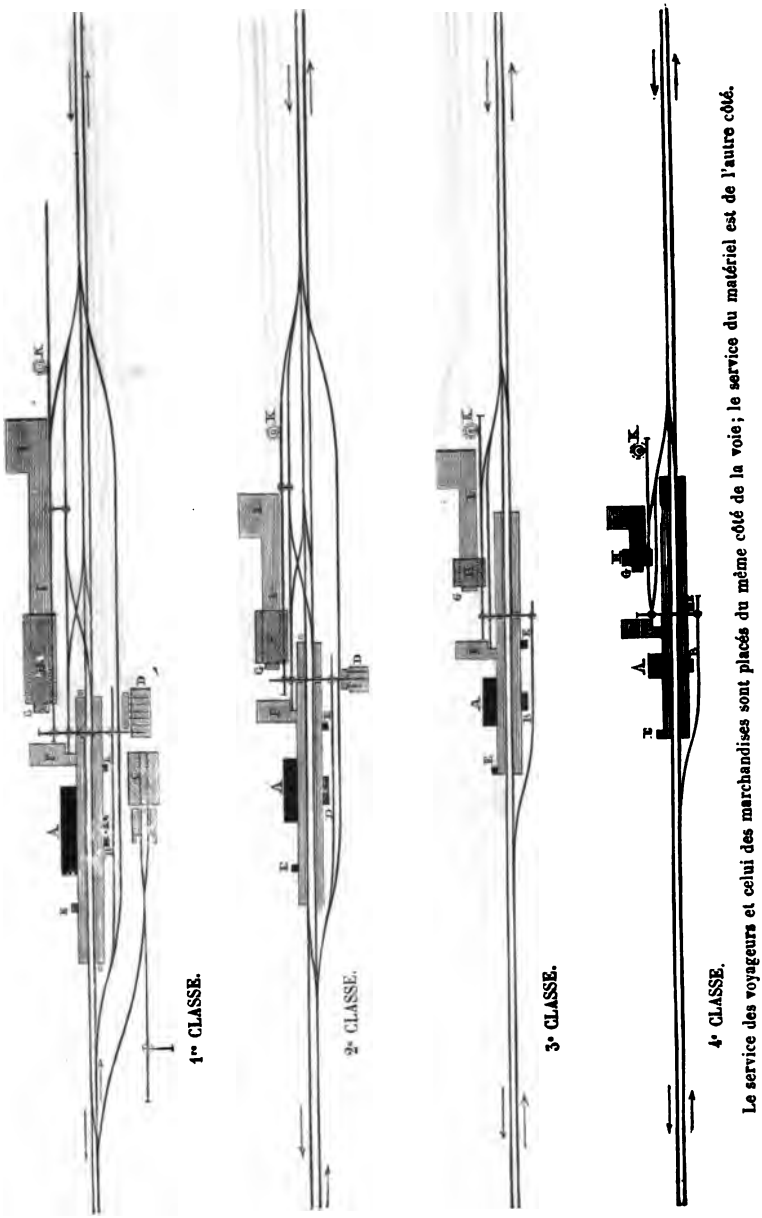
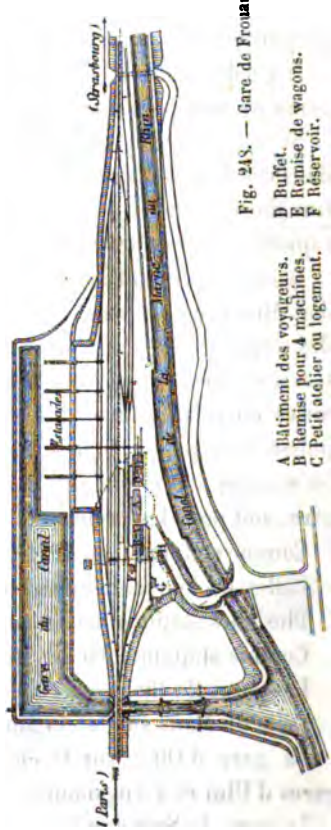


Fig. 232. Fig. 233. Fig. 234. Fig. 235.

Stations d'un nouveau réseau étranger. Première disposition. (Voir la légende page 333.)

Fig. 246. — Gare de Vendenheim. A Bâtiment. B Abri. C Latrines.

Fig. 247. — Gare de Frouard. A Bâtiment. B Buffet. C. Remise de wagons. D Remise de machines.


(Strasbourg)
(Paris)
Canal
Gare du
Canal
Halle
Voie
Voie
Voie

(fig. 246) que la ligne de Wissembourg à Strasbourg vient se souder à celle de Paris à Strasbourg.

La gare extrême, pour les trains de l'embranchement comme pour ceux de la grande ligne, est celle de Strasbourg. Les voyageurs se rendent de Paris à Wissembourg pour monter dans le train de Strasbourg à Wissembourg; leurs bagages sont également transbordés. Il en est de même des voyageurs de Wissembourg sur Paris, qui doivent prendre à Vendenheim le train de Strasbourg à Paris.

Les deux voies de garage placées de chaque côté du chemin de fer sont consacrées au service des marchandises. Les trains venant de Paris ou de Wissembourg sont garés sur la voie latérale à la voie montante, et les wagons qu'ils peuvent contenir à destination de Wissembourg ou de Paris sont conduits, au moyen de la file transversale de plaques sur les voies latérales à la voie descendante, pour être ajoutés aux trains venant de Strasbourg.

On eût évité les manœuvres au moyen de plaques en reliant les deux voies du côté de la gare par une traversée de voie à la voie principale, de manière que les machines du train allant à Strasbourg pussent placer elles-mêmes les wagons à lancer sur les voies, où les machines du train venant dans l'autre sens auraient pu les prendre elles-mêmes.

La forme du terrain dans cette gare, qui n'est devenue gare de passage que postérieurement à l'ouverture de la ligne de Strasbourg, est le seul motif qut ait conduit à séparer les voies de marchandises en les disposant à droite ou à gauche de l'axe. Au surplus, le mouvement entre Wissembourg et Paris ayant peu d'importance, l'inconvénient n'est pas très-grave.

Gare de Frouard. — A Frouard (fig. 247), le service se fait d'une autre manière; les trains express et poste venant de Paris laissent à cette station un certain nombre de wagons à voyageurs et de fourgons à bagages, qu'on ajoute aux trains de Nancy à Metz, et *vice versa*. Il est donc nécessaire d'avoir une voie de garage spéciale pour remiser ces wagons et fourgons dans l'intervalle du passage des trains en correspondance. Cette voie de garage est celle désignée par le n° 2 sur la figure 247, et la voie n° 1 est destinée aux

trains venant de Paris et de Metz, et la voie n° 3 aux trains venant de Nancy et allant à Paris ou à Metz.

Se reportant à la figure 248, on voit que le service des marchandises aussi bien que celui des voyageurs ne se fait pas à Frouard comme à Vendenheim.

Tous les trains sont garés du côté de la voie montante, et les voies de garage sont reliées à la voie descendante par une traversée oblique sur la voie montante.

Cette disposition est incontestablement préférable à celle de Vendenheim, parce qu'on évite ainsi de faire traverser les voies principales aux wagons manœuvrés sur les plaques tournantes, et qu'elle permet d'opérer les manœuvres avec les machines.

On lui reproche toutefois la longueur des manœuvres, qui ne peuvent se faire qu'aux extrémités et au moyen d'aiguilles; mais si elles se faisaient sur des plaques, elles seraient moins rapides encore, surtout si elles devaient s'appliquer à plusieurs wagons, et incontestablement plus coûteuse.

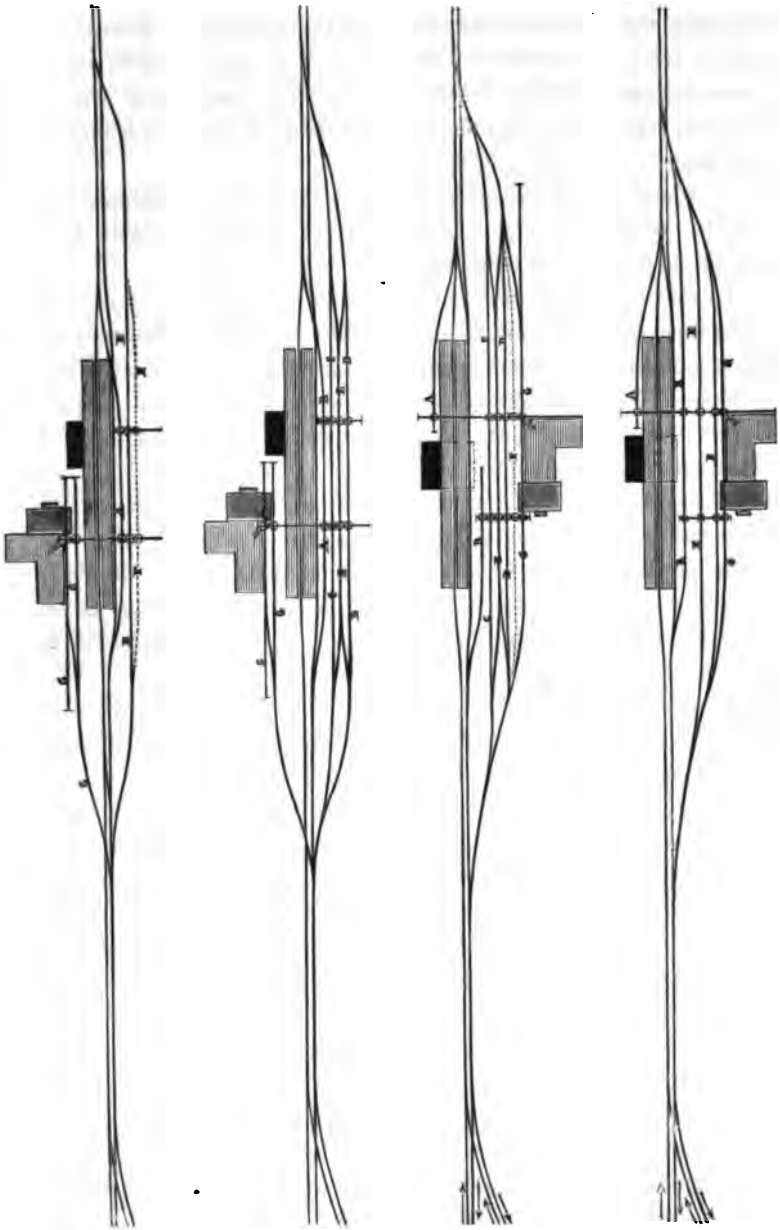
Gares d'embranchements d'un nouveau réseau étranger. — Les figures 249, 250, 251 et 252 représentent les types pour gares d'embranchements, avec voies pour la réexpédition de wagons de marchandises d'un nouveau réseau étranger.

La gare de marchandises du premier type (fig. 249, 250) se trouve placée du côté opposé à la gare des voyageurs.

Ce type comprend :

1° Le nombre de voies de marchandises nécessaire pour le service spécial de la gare d'embranchement, selon son importance. Les voies de marchandise de la gare sont reliées à chacune de leurs extrémités aux voies de garage, dans le but de permettre aux machines de prendre directement les wagons sur les voies de marchandises de la gare ou d'en laisser;

2° D'une voie de garage descendante pour le garage des trains de marchandises descendants. Cette voie est reliée à la voie principale descendante, abordée par le talon. Elle est destinée au garage des trains de marchandises pour laisser passer les trains de voyageurs, alors même que ces trains n'auraient pas de manœuvres à faire pour la réexpédition des wagons. En outre, cette voie est mise



1er Type. 2e Type.

Fig. 249. Fig. 250. Fig. 251. Fig. 252.

en communication avec une voie de service sur laquelle doivent être placés les wagons venant d'une ligne, et devant être pris par les trains de marchandises descendants, lesquels, après avoir pris ces wagons, laisseraient à la même place ceux qu'ils auraient à donner, soit pour la gare, soit pour l'autre ligne;

3° D'une voie de garage montante établie dans les mêmes conditions que la voie de garage descendante, et ayant la même destination pour les trains montants.

La voie spéciale de manœuvres est reliée aux voies de garage, de telle sorte que les trains de marchandises peuvent manœuvrer (simultanément ou isolément) pour prendre des wagons et en laisser, sans que, dans leurs mouvements, ils occupent les voies principales où s'en approchent assez pour obstruer les voies et empêcher la circulation des trains de voyageurs.

En outre, les voies de garage des trains de marchandises et la voie spéciale de manœuvre sont reliées, au moyen de la même batterie de plaques, aux voies de marchandises de la gare, pour permettre d'amener les wagons de la halle à marchandises sur la voie de manœuvre, et réciproquement, et au besoin d'ajouter à bras des wagons aux trains garés.

Deuxième type. — Le deuxième type (fig. 251-252) diffère du premier par l'emplacement des gares de marchandises, établies du même côté que le bâtiment des voyageurs.

Le projet a été du reste établi dans les mêmes conditions que le précédent, avec cette différence que d'un côté les voies de marchandises ne peuvent être reliées aux voies principales par les aiguilles.

Les voies de garage des trains de marchandises descendants et montants sont établies du côté opposé à la gare des voyageurs, afin d'être accessibles à chaque extrémité au moyen d'aiguilles prises en talon, et afin de n'être pas éloignées du centre de la gare.

La voie spéciale de manœuvres, sur laquelle doivent être disposés les wagons à donner aux trains, est placée parallèlement aux voies de garage, et du même côté que ces voies.

Cette voie de manœuvres est reliée aux voies de marchandises de la gare par la traversée de voie avec plaque, pour que l'on puisse disposer sur cette voie les wagons qui doivent être intercalés dans les trains,

et pour y prendre les wagons que les trains laissent pour la gare.

Dans les deux types de gares d'embranchements, des aiguilles ont été placées à l'extrémité de chacun des quais à voyageurs, dans le but de permettre aux machines des trains mixtes de prendre et de laisser des wagons sans parcourir de grandes distances, et pendant le temps que s'effectue le service des voyageurs et des bagages.

Il est bien entendu que si ces types doivent être appliqués sur des lignes où la circulation des trains est peu importante, et lorsque des voies de garage existent à proximité des gares d'embranchements, il ne sera pas nécessaire d'établir les voies de garage descendante et montante; mais qu'il faudra réserver la place pour les établir dans l'avenir. Dans ce cas, les trains de marchandises stationneront pendant le temps des manœuvres sur les voies principales, et les machines de ces trains accéderont directement de leur voie principale sur la voie de manœuvre, pour prendre des wagons ou pour en laisser, exactement comme dans les gares ordinaires.

Gare de Blesme. — La gare de Blesme forme tête de ligne pour les trains de l'embranchement de Gray; nous donnons, figure 253, un extrait du plan général de cette gare, renfermant les voies affectées au service des voyageurs.

Les trains de la grande ligne arrivent et partent sur les voies externes 1 et 3. Les trains de Gray arrivent sur la voie 3, puis sont remisés sur la voie 2, qui sert de voie de départ pour les trains de l'embranchement de Blesme, à Gray.

Dans la gare de Blesmes les voies de la ligne principale et de l'embranchement ne sont pas indépendantes. Cela tient à la position de cette gare, qui est placée avant les aiguilles de bifurcation. Cette disposition serait incommode si l'exploitation de l'embranchement devait être séparée de celle de la ligne principale.

Gare de Belfort. — Cette gare est tête de ligne de l'embranchement de Besançon, exploité par la compagnie de Lyon. La figure 254 en indique les principales dispositions. Les voies 1 et 2 servent pour l'arrivée et le départ des trains de la ligne de Mulhouse.

Les voies 3 et 4 pour l'embranchement de Besançon. Les aiguilles *a*, *b*, *c* ne sont manœuvrées que pour les trains de marchandises qui doivent opérer un transbordement. L'établissement de la halle

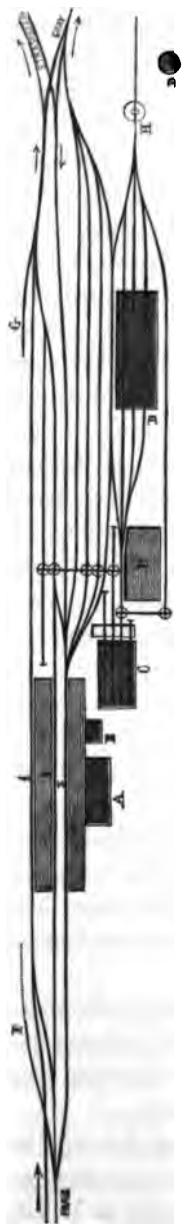


Fig. 253. — Gare de Bleame. A Bâtiment. B Remise de machines. C Remise de wagons. D Réservoir. E Latrines. F Halle.

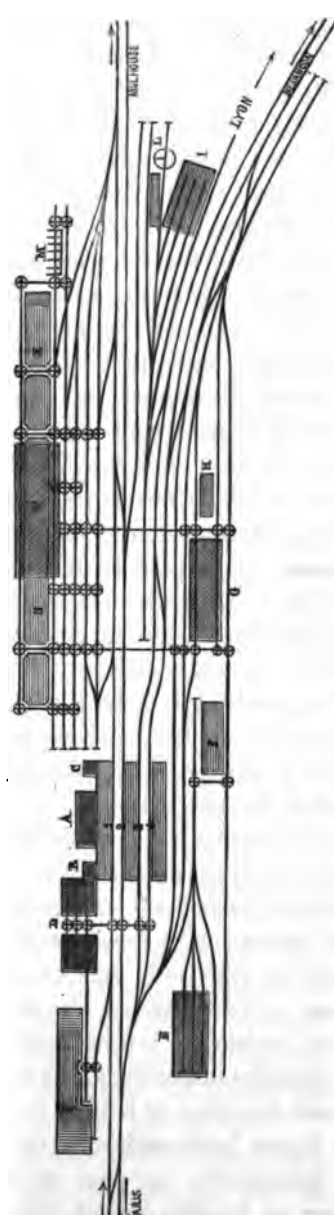


Fig. 254. — Gare de Belfort.

A Bâtiment.
B Latrines.
C Lampisterie.
D Remise de wagons
E Remise de machines de l'Est.
F
G Halle à marchandises.
H Quai.
I Remise de machines de Lyon.
L Plaque tournante.
M Estacades.

de transbordement est une conséquence de l'exploitation par deux compagnies. On n'expédie d'une ligne sur l'autre que les wagons dont le chargement est complet pour une seule destination. Tous les autres wagons sont déchargés sous la halle ou sur le quai découvert, suivant la nature de la marchandise.

Les manœuvres se font pour tous les trains au quai de transbordement, c'est-à-dire d'un même côté de la gare. Il n'y a d'exception à cette règle, c'est-à-dire de manœuvre à bras sur les plaques traversant toutes les voies, que pour quelques wagons contenant à la fois des marchandises à transborder, et des marchandises du service de la localité. Le terrain ne permettait pas de placer d'un même côté la halle de transbordement et celle du service de la localité. Autrement, on eût concentré ces deux services sur un même point, du même côté des voies principales.

Gare du Mans. — La gare du Mans (fig. 255) est le point de bifurcation de plusieurs lignes. C'est au Mans ou près du Mans que se détachent de la grande ligne de Paris à Rennes les embranchements de Tours, Caen et Angers. La voie *a* est une voie descendante pour les trains venant de Tours et pour ceux se dirigeant sur Angers.

La voie *b* est la voie que suivent les trains venant de Paris, et continuant sur Rennes. La voie *c* est parcourue par les trains correspondants se dirigeant sur Angers ou sur Caen.

Les voitures des trains venant de Paris, et devant entrer dans la composition des trains de Caen et d'Angers, passent d'un train dans l'autre au moyen de la traversée de plaques du milieu de la gare couverte.

La voie *d* est servie par les trains venant de Rennes qui continuent jusqu'à Paris.

La voie *e* sert aux trains qui viennent de Caen et d'Angers.

Les voies *d* et *c* servent indistinctement aux trains se dirigeant vers Tours, selon les heures.

Les voies *f*, *g*, *h* servent à la formation, à la réception, et au départ des trains de marchandises. Les trains montants venant d'Angers, de Rouen et de Caen, sont aiguillés en *i*, *j* et *k*.

Les trains de marchandises venant de Paris sont aiguillés en *l*, *m*, et ceux de Tours en *m*, *n*, également.

La voie *p* est réservée à la circulation des machines.

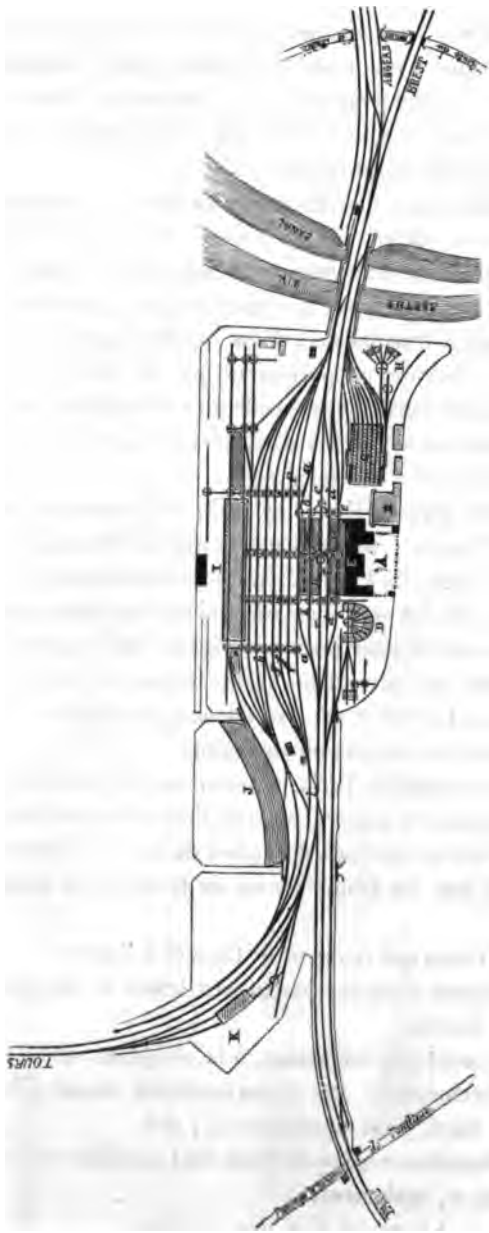


Fig. 255. — Gare du Mans.

LÉGENDE :

A Cour des voyageurs.
B Remise de voitures.
C Dépôt et ateliers.
D Dépôt d'Orléans.
E Bâtiment des voyageurs.
H Dépôt de l'Ouest.
I Gare des marchandises.
J Quai à bestiaux.
K Ancien dépôt d'Orléans.

Le quai *n* est un quai bas de voyageurs, au moyen duquel s'effectue le transbordement des voyageurs et des bagages des trains descendants dans les trains descendants correspondants.

Le quai *o*, est un quai bas de transbordement pour le train de voyageurs montant.

Une traversée à niveau est établie au centre de la gare pour le mouvement des voyageurs entre la gare et les trains, et pour celui des voyageurs prenant les trains en correspondance.

Une traversée à niveau est établie vers chaque extrémité du quai à voyageurs pour le passage des chariots de bagages.

Gare d'Olten. — La gare d'Olten (fig. 256 et 257) est en même temps gare de passage pour les trains allant de Bâle à Berne, ou *vice versa*, et gare formant tête de ligne pour les trains allant à Zurich, Lucerne, Bienne, etc.

Elle a été conçue dans un tout autre système que les gares d'embranchement précédemment décrites. Le service des voyageurs ne se fait pas à Olten comme dans les gares pour plusieurs trottoirs, mais sur un trottoir unique. On peut la considérer comme formée de deux gares semblables contiguës et placées à la suite l'une de l'autre. Rendons-nous compte d'abord de la manière dont se fait le service des voyageurs.

Le train venant de Bâle s'arrête sur la voie qui longe le trottoir *e* intérieurement à la gare. Les voyageurs pour Zurich restent dans ce train, qui rebrousse pour aller prendre à quelque distance l'embranchement qui conduit à cette ville. Le train venant de Zurich s'arrête de l'autre côté du trottoir, et rebrousse pour aller à Bâle.

Un service analogue se fait sur les voies qui longent le trottoir *d*, pour les trains venant de Berne et allant à Lucerne, et *vice versa*.

Les voyageurs allant de Bâle à Berne, ou de Berne à Lucerne, changent de voiture à Olten. Quelquefois, un wagon se détache à Olten du train venant de Bâle et est intercalé dans le train allant à Sienne.

Les voyageurs allant à Bienne et Neuchâtel, prennent le train d'Olten à Berne, et changent de voiture à Herzogenbuchsee.

Les voies posées à côté de celles affectées au service des voyageurs, en dehors des trottoirs *e* et *d*, sont consacrées au service

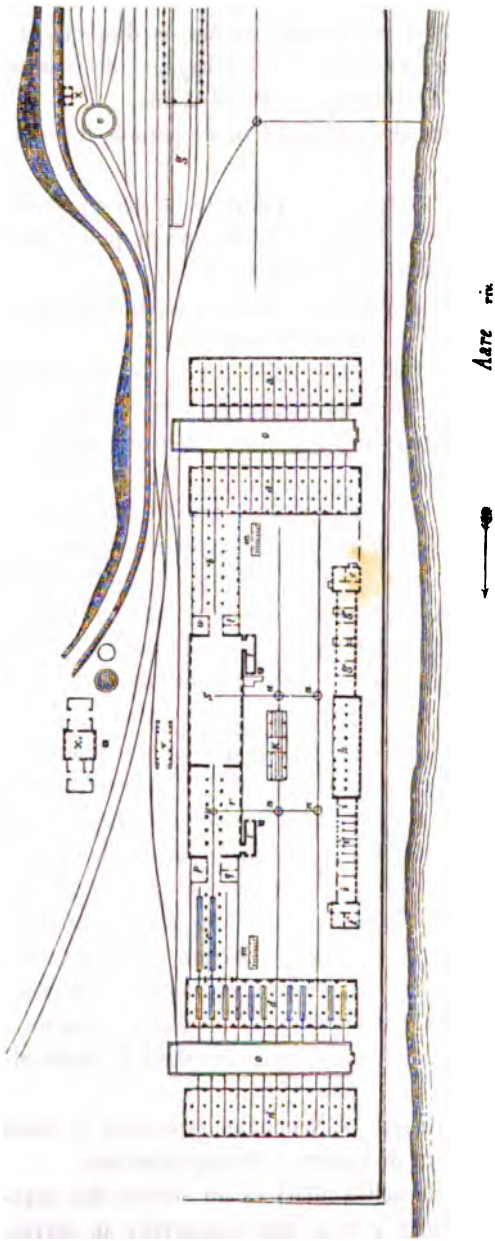
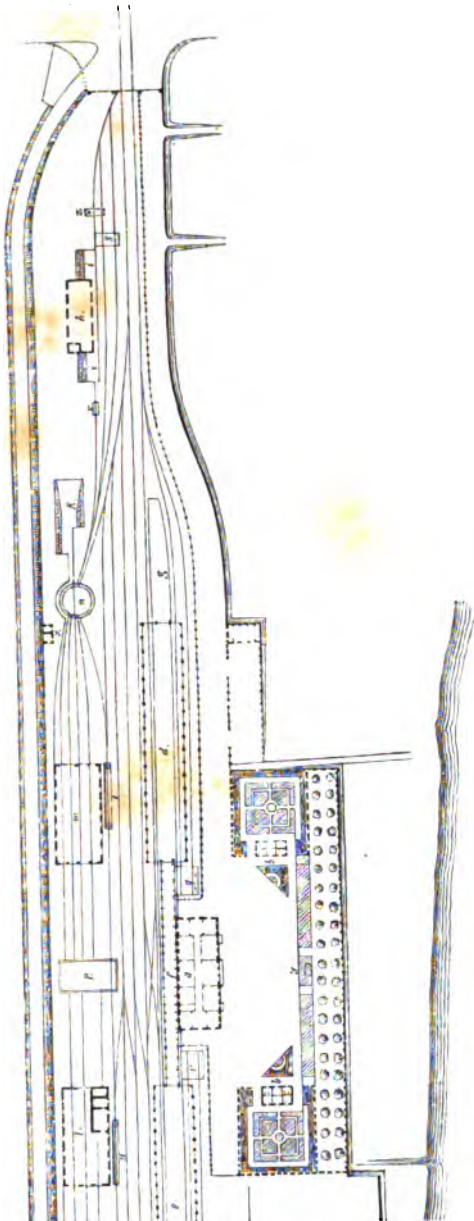


Fig. 256. — Gare d'Olten. Ateliers de construction.



LÉGENDE :

a Salles d'attente.
b Dépendances.
c Id.
d Gare couverte pour les voyageurs.
e Id.
f Gare couverte reliant les deux gares *de*.
g Quais.
h Dépot de marchandises.
i Quai du dépôt *h*.
k Rampe à bestiaux.
l Remise à locomotives.
m Remise à wagons.
n Plaque tournante.
o Id.
p Pont roulant.
q Id.
r Id.
s Id.
t Fosse.
u Id.
v Bascule.
xx Gardiens.
y Fontaine.
z Grue Arnou

Fig. 257. — Gare d'Olten. Voyageurs et marchandises.

des locomotives, et deux autres voies que l'on a négligé d'indiquer dans la figure, servent au remisage des wagons.

Les trains de marchandises arrivent des différentes lignes successivement, et à d'assez grands intervalles. Il en est de même pour les départs. On évite ainsi les encombrements.

Il y a quatre voies entre les trottoirs et les remises de locomotives et de voitures. On fait arriver les trains de marchandises sur une des deux voies du milieu. On les décompose en groupant ensemble les wagons qui doivent prendre une même direction. Ainsi les trains venant de Berne fournissent des éléments pour composer ceux qui vont d'Olten à Bâle, Zurich et Lucerne, etc. Les manœuvres ont lieu entre le bâtiment des voyageurs et celui des halles. Le mouvement entre Bâle et Zurich est assez important pour qu'on y consacre des trains spéciaux.

Le service des voyageurs dans la gare d'Olten, se fait avec beaucoup d'ordre et de simplicité; mais on voit que les changements de voiture sont fréquents, et que le chemin à parcourir pour les voyageurs et les bagages est considérable. Ce dernier inconvénient est surtout très-sensible.

Gares d'embranchement d'Ulm et d'Augsbourg. — Les gares d'embranchement d'Ulm et d'Augsbourg, construites par le même ingénieur que celle d'Olten, M. Etzel, ont été établies exactement sur le même modèle.

Gare de Swindon. — La figure 258 représente la gare de Swindon. Les trains de la ligne principale s'arrêtent sur des voies d'évi-

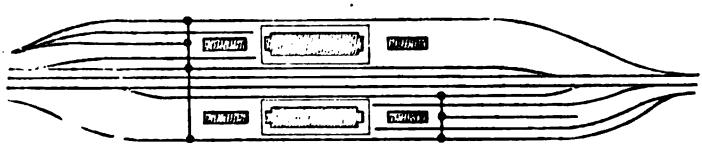


Fig. 258. — Gare de Swindon.

tement entre les trottoirs; ceux de l'embranchement se forment sur les voies longeant ces trottoirs extérieurement. Sur les trottoirs se trouvent des bâtiments contenant des bureaux, des salles d'attente et un buffet.

Stations intermédiaires en Amérique. — A Niagara (États-Unis), il y a une gare de voyageurs commune aux chemins de New-York et de Buffalo; cette gare est disposée, comme l'indique la fig. 259, en forme d'équerre; les salles d'attente sont communes aux deux chemins.

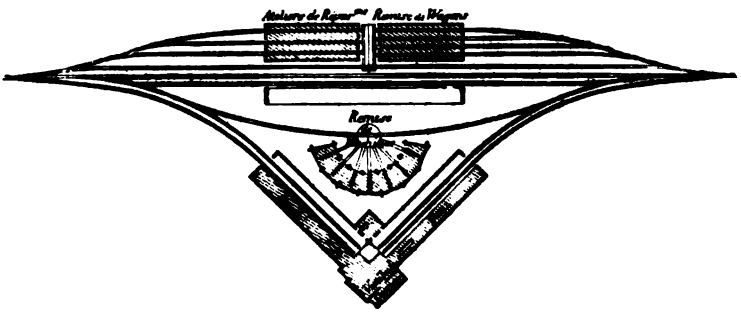


Fig. 259. — Gare de voyageurs de Niagara.

Les gares de marchandises sont composées de hangars dont les dimensions en longueur et largeur sont proportionnées à l'importance de la localité. Les voitures et les wagons sont abrités par des auvents dans le prolongement du toit.

Entre la voie principale et le hangar à marchandises, il y a une ou plusieurs voies, suivant les localités.

Les remises de locomotives sont ordinairement rectangulaires : sur quelques chemins, ce sont des remises en fer à cheval. On évite, autant que possible, de passer sur des plaques tournantes pour remiser les machines.

A la gare de Baltimore (fig. 260), au chemin de Baltimore à

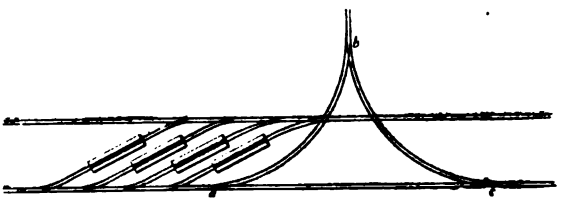


Fig. 260. — Gare de Baltimore à Ohio.

Ohio, on a établi des remises de locomotives entre deux voies pa-

rallèles écartées de 22 mètres ; elles sont placées sur deux voies qui forment avec celles qui sont parallèles des angles de 30° ; sur chaque voie oblique, on remise une machine et l'on ajoute successivement des remises au fur et à mesure des besoins. En outre, il existe deux voies de rebroussement *a b* et *b c*, au moyen desquelles on peut, comme on le voit, retourner les machines bout pour bout sans employer de plaques tournantes.

Emplacement du bâtiment des stations intermédiaires. — Quand le chemin est en déblai, le bâtiment contenant les bureaux de distribution des billets, les salles d'attente et leurs dépendances, est placé arbitrairement sur le côté, au sommet du talus, sur le talus même, au pied du talus, ou enfin entre les deux talus à une certaine hauteur, comme au chemin d'Auteuil.

Si le chemin est en remblai, on peut le placer également au pied du remblai, sur le talus ou sur la crête du remblai.

Enfin, si le chemin est en viaduc, on peut l'établir sous les voies, comme au chemin de Montpellier à Nîmes, ou à côté du viaduc.

En général, lorsque la station est de quelque importance et que le bâtiment n'est pas établi au-dessus des voies, comme sur le chemin d'Auteuil, il faut le placer au pied des talus dans les tranchées, ou sur la crête des remblais, en ménageant des rampes pour y parvenir en voiture.

A Coventry, on a abandonné les bâtiments placés au sommet des talus pour les remplacer par d'autres construits à une petite distance du fond de la tranchée.

A Paris, dans la gare extrême du chemin de l'Ouest près l'ancienne barrière du Maine, on exécute en ce moment de grands travaux, afin de remplacer les escaliers qui conduisent sur les trottoirs par des rampes.

En Angleterre et en France, les voies, sur une grande partie de la longueur des stations intermédiaires, sont toujours bordées de trottoirs.

Les omnibus et autres voitures qui amènent ou emmènent les voyageurs stationnent dans les cours latérales.

On a adopté, autant que possible, des dispositions telles, que les voyageurs puissent descendre de voiture ou y monter à couvert.

Composition et disposition des stations intermédiaires considérées dans leurs détails.

Composition des stations de 1re classe. — Les stations intermédiaires de 1re classe contiennent toujours, outre le bâtiment des salles d'attente, avec ses dépendances :

Un réservoir d'eau et des grues hydrauliques ;

Une remise pour deux locomotives au moins ;

Une remise de wagons ;

Souvent :

Un embarcadère pour les chevaux et voitures ;

Un embarcadère pour les marchandises ;

Un embarcadère pour les charbons ;

Des magasins et hangars divers pour le service des marchandises et des charbons ;

Des urinoirs et latrines.

Quelquefois :

Un buffet ;

Des ateliers de réparation plus ou moins vastes.

Embarcadères pour chevaux et chaises de poste. — Les chevaux et les chaises de poste sont chargés sur des voies latérales communiquant avec les voies principales par des changements de voie et par des plaques tournantes.

Halles pour les marchandises. — Il en est de même des marchandises : les hangars sont placés latéralement, soit parallèlement aux voies, soit perpendiculairement. Dans les gares intermédiaires, où le personnel est peu nombreux et où le chargement des wagons est moins varié que dans les gares extrêmes, il faut toujours les placer parallèlement.

Estacades pour le charbon de terre. — Dans les stations où le trafic du charbon de terre doit avoir quelque importance, il faut établir des estacades pour le déchargement des wagons à trappes, ou des quais élevés pour transborder facilement le charbon des wagons à bords tombants dans d'autres wagons ou dans des tombereaux stationnant le long du quai.

Le service des houilles se place assez ordinairement à l'extrémité

des hangars de marchandises opposée à la station des voyageurs et sur le prolongement même des voies de marchandises ; mais il est indispensable alors d'isoler ces deux services au moyen de changements de voie et de leur ménager des issues séparées.

Quand le transbordement des houilles se fait sur un quai séparé, il y a nécessité de donner aux voies un très-grand développement.

Cours de service. — Des cours spéciales fermées, plus ou moins vastes, doivent être réservées en avant des halles ou des trottoirs découverts pour le service des marchandises, et même en avant des trottoirs pour le service des chaises de poste.

Buffets. — Les buffets sont diversement espacés. Au chemin du Nord, on en trouve à Creil, Amiens, Douai, Arras, Valenciennes, Lille, etc. Au chemin de Strasbourg, il en a été établi à Meaux, Château-Thierry, Épernay, Blesmes, Bar-le-Duc, Nancy, Sarrebourg, Strasbourg et Metz.

Le bâtiment contenant le buffet doit être placé de préférence du côté de la ville, afin que l'on puisse y arriver facilement.

L'entrepreneur du buffet de Nancy a demandé avec instance que le buffet ne fût pas établi du côté opposé.

Urinoirs et latrines. — On doit toujours, dans les stations où les trains stationnent un certain temps, établir des urinoirs et des latrines de dimension suffisante des deux côtés de la voie.

Dans les stations où les trains ne s'arrêtent que pendant une ou deux minutes, il faut en établir aussi, mais de dimension beaucoup plus petite et du côté de la station seulement. Ils ne servent alors qu'aux voyageurs qui attendent le train ou aux voyageurs qui descendent à la station.

A Bondy et au Raincy, sur le chemin de fer de l'Est, on a fait la faute de placer un bâtiment de latrines du côté de la cour qui sert en même temps pour le départ et pour l'arrivée, à l'extrémité du trottoir. Ces bâtiments ne sont d'aucune utilité pour les voyageurs qui traversent la station, puisque les trains ne s'y arrêtent pas au delà de une à deux minutes, et ils ne servent que difficilement aux voyageurs partant ou arrivant, parce qu'ils sont à peine visibles et très-

éloignés. Il aurait mieux valu les placer au milieu même de la cour, à une certaine distance des trottoirs.

Les urinoirs et les latrines, sur les chemins à deux voies, doivent être placés à une petite distance du bâtiment de la station (3 à 4 mètres au plus), à l'arrière des trains qui s'arrêtent à la station. S'ils étaient placés en avant les voyageurs seraient obligés, pour y parvenir, de passer devant le wagon à bagages placé en tête du train, ce qui nuirait au service.

Les urinoirs et les latrines, ventilés comme ils le sont généralement en Angleterre, bien alimentés d'eau et proprement tenus, ne donnent aucune odeur. Il ne saurait donc, dans ce cas, y avoir aucun inconvénient à les rapprocher du bâtiment de la station.

On doit trouver dans toutes les stations de quelque importance quelques cabinets avec siéges très-proprement tenus. Indépendamment de ces cabinets, il convient d'établir, pour le public d'une certaine classe, des latrines à la turque ou autres latrines dans un système analogue.

Les portes des urinoirs et latrines doivent être placées de préférence sur le côté, de telle façon que les urinoirs soient entièrement masqués par un mur.

L'entrée pour les dames doit être parfaitement distincte de celle des hommes. Il est bon de l'indiquer par des écriteaux en évidence ou de toute autre manière.

Les urinoirs en lave sont ceux qui se maintiennent le plus propres. Ils dispensent des conduites en zinc, qui exigent des soins journaliers et coûtent fort cher d'entretien.

L'établissement des water-closets intérieurs nous paraît utile, même dans les stations de troisième classe; mais nous pensons qu'il convient que, dans ce cas, ils soient accessibles aux voyageurs de toute classe, comme au chemin de fer de l'Est.

Composition des stations de 2e classe. — Certaines stations de 2e classe renferment, comme celles de 1re classe, un réservoir d'eau et des grues hydrauliques, une remise pour locomotives, une remise de wagons, un embarcadère pour les chevaux et les voitures, un embarcadère couvert pour les marchandises d'une certaine valeur, et des trottoirs découverts pour le chargement et le déchar-

gement des charbons, des pierres et des autres marchandises analogues.

Bâtiment pour les douanes. — Dans les stations voisines des frontières, il est nécessaire de consacrer une partie des bâtiments au service des douanes. Les salles de douanes doivent se trouver généralement du côté de la voie qui mène à la frontière, puisque c'est toujours à la sortie que la visite a lieu. Ces salles sont divisées en deux compartiments : l'un pour la visite des voyageurs de 1re et de 2e classe, l'autre pour celle des voyageurs de 3e classe.

Composition des stations d'embranchement. — Les stations d'embranchement de quelque importance doivent toujours renfermer des remises de locomotives et de wagons, et un bâtiment pour le service des voyageurs plus grand que celui des autres stations intermédiaires. Cet accroissement des dimensions du bâtiment tient à ce que les heures de départ et d'arrivée des trains en correspondance n'étant pas toujours les mêmes, les voyageurs sont obligés de séjourner en général un temps plus ou moins long dans les stations, d'où résulte la nécessité d'avoir des salles d'attente assez grandes pour recevoir tous les voyageurs des trains d'embranchement, en même temps que ceux de la localité desservie par la station.

On place aussi assez généralement un buffet aux stations d'embranchement.

Signaux. — Il est très-important d'établir dans toutes les stations des signaux convenablement disposés à une distance suffisante, soit 800 mètres au moins.

Il faut éviter soigneusement de placer dans les gares des bâtiments qui pourraient en masquer l'entrée au mécanicien.

Marquises et abris. — Au chemin de fer de Lyon et sur le chemin de Strasbourg, de Vitry à Strasbourg, le trottoir contigu au bâtiment des salles d'attente n'est couvert que sur une partie de sa largeur par une marquise ; le second trottoir ne l'est pas du tout, mais on a construit à la partie postérieure un bâtiment fermé où les voyageurs peuvent s'abriter.

Au chemin de fer de l'Est, dans toutes les stations de premier et de deuxième ordre récemment construites, les deux trottoirs

sont entièrement couverts par des marquises supportées par des colonnes et s'étendant jusqu'au-dessus des voitures.

Au chemin d'Orléans, on a déjà placé des marquises de ce genre dans plusieurs stations, et l'on se propose d'en construire dans toutes celles qui ont quelque importance.

La seconde disposition (chemin de l'Est) *nous semble bien préférable à celle qu'ont adoptée les ingénieurs du chemin de fer de Lyon.*

Les voyageurs sont ainsi abrités jusqu'au moment où ils se trouvent placés dans les voitures et immédiatement au moment où ils en sortent, toutes les fois que le convoi est arrêté devant la marquise.

Dans le cas des bâtiments servant d'abri, les voyageurs sont obligés de traverser, exposés à la pluie, une partie plus ou moins large du trottoir.

Les figures 261 et 262 représentent deux types d'abris du chemin de Nantes à Châteaulin : l'un avec magasins latéraux et latrines

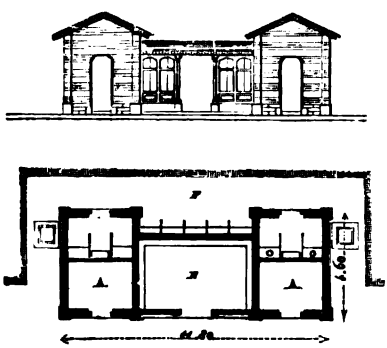


Fig. 261.

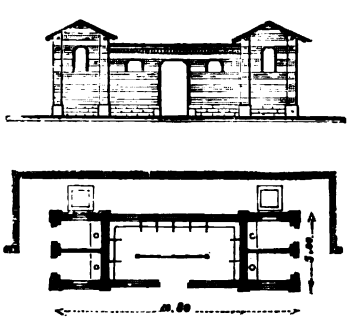


Fig. 262.

derrière, l'autre ne comprenant qu'une salle et des cabinets d'aisances, urinoirs, etc.

Les marquises sont moins coûteuses [1] d'établissement que les bâtiments servant d'abri, et, placées symétriquement sur les deux trottoirs, elles sont d'un aspect bien plus satisfaisant.

[1] Voir aux documents une note sur le prix d'établissement des marquises.

On a objecté au système des marquises qu'on ne pouvait, sans des dépenses excessives, leur donner assez de longueur pour que toutes les voitures de certains convois pussent s'arrêter vis-à-vis.

La critique est fondée; mais, les voitures de 1re et de 2e classe étant ordinairement placées au centre du convoi, les seuls voyageurs de 3e classe pourraient occasionnellement être forcés de monter dans les voitures ou d'en descendre sur une portion du trottoir qui ne serait pas abritée, et le trajet qu'ils auraient à faire de la partie abritée à la voiture ou de la voiture à la partie abritée ne serait que fort court.

On a encore objecté que les voyageurs seraient imparfaitement abrités lorsque la pluie serait chassée obliquement par le vent. L'observation serait juste si les voyageurs se tenaient sur le devant de la marquise ou si elle était trop élevée ; mais, comme on ne lui donne que la hauteur nécessaire, les voyageurs se retirant à la partie postérieure sont toujours suffisamment préservés. Ce cas d'ailleurs se présente rarement.

On a dit enfin que la marquise, pour couvrir entièrement un trottoir d'une certaine longueur, devait être supportée par des colonnes qui gêneraient dans le service. C'est à tort que l'on a supposé que ces colonnes peuvent devenir une cause d'embarras pour les voyageurs. Lorsqu'on a soin de les placer à 1 mètre ou 1m,50 des bords du trottoir, comme sur les chemins anglais, au chemin de l'Est et au chemin d'Orléans, et de les écarter, autant que possible, les unes des autres, le service n'en souffre aucunement.

Les ingénieurs du contrôle, qui se sont opposés pendant longtemps à ce qu'on permît aux voyageurs de sortir des salles d'attente avant le passage du convoi lorsque le trottoir n'était pas couvert et que les voyageurs n'y étaient pas renfermés dans un espace limité, tolèrent, depuis un grand nombre d'années, au chemin du Nord, à Enghien, l'admission des voyageurs sous une marquise entre des barrières éloignées de 2 mètres environ des bords du trottoir. On a pu de cette manière, bien que la station d'Enghien soit, en été, très-fréquentée, se contenter de salles d'attente fort petites (54m,30 carrés).

Au chemin de Strasbourg, les chefs de station ont déclaré que, partout où il existe des bâtiments-abris, les voyageurs n'en font que

très-rarement usage, en sorte qu'on est conduit à en changer la destination et à les convertir en magasins.

Il convient aussi d'établir des marquises du côté des cours, afin que le chargement des voitures et des omnibus puisse se faire à couvert.

Il faut, dans tous les cas, couvrir la portion du trottoir devant laquelle se trouvent ordinairement arrêtés les wagons à bagages.

Au chemin de l'Ouest on ne couvre le trottoir que du côté du bâtiment principal. — De l'autre côté du bâtiment principal on place une espèce d'abri que l'on peut fermer en hiver et ouvrir en été, et qui n'est séparé du bord du trottoir que par une bande de terrain de $2^{m},10$ de largeur.

Rien ne paraît plus facile que de couvrir cette bande de terrain et d'étendre la marquise sur une certaine longueur à droite et à gauche de l'abri.

Au même chemin, on établit des abris spéciaux pour les bagages près des extrémités des trottoirs.

Dans les stations comme celle de Creil, au chemin du Nord, celle de Mâcon, au chemin de Lyon, où plusieurs trains se croisent ou stationnent un certain temps et où l'on traverse souvent les voies, on couvre non-seulement les trottoirs, mais encore les voies intermédiaires au moyen de halles, comme dans les grandes stations.

A Épernay, on s'est borné, par raison d'économie, à couvrir le

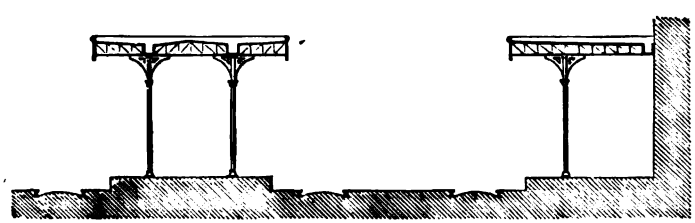


Fig. 263.

trottoir intermédiaire au moyen d'une marquise (fig. 263), comme les trottoirs latéraux, et on n'a pas couvert les voies. Ce mode de

couverture du trottoir intermédiaire est toujours fort imparfait, puisque alors il n'existe de mur ni d'un côté ni de l'autre ; il vaut mieux, malgré l'excès de dépense, couvrir le trottoir et les voies.

Les marquises couvrant le trottoir doivent toujours s'étendre jusqu'aux latrines.

Fosses à piquer le feu. — Les fosses à piquer le feu, placées aux points où stationnent les machines à l'extrémité des trottoirs, deviennent une cause d'accidents assez fréquents pour les voyageurs qui traversent les voies.

On a essayé différents moyens pour empêcher ces accidents, tels, par exemple, que de poser entre les voies, le long des fosses, des petites barrières, de fermer les fosses à l'aide d'une trappe mobile, etc.

Ces dispositions, gênant le service, ont été abandonnées ; on se borne à éclairer la fosse la nuit, en plaçant une petite lampe dans le fond à chacune des extrémités ou à une extrémité seulement. Le jour, les employés de la station préviennent les voyageurs du danger.

Composition et distribution intérieure du bâtiment principal des stations et des bâtiments annexés.

Le bâtiment des salles d'attente des stations de toute classe, les dernières exceptées, doit toujours contenir, outre les salles d'attente, un vestibule, un bureau pour la distribution des billets, une salle pour le dépôt des bagages ou des marchandises expédiés à grande vitesse ;

Un magasin pour les bagages ou marchandises adressés bureau restant ;

Un bureau pour le chef de la station ;

Un logement pour le chef de la station ;

Une lampisterie ;

Des lieux d'aisance et des urinoirs.

Dans les stations d'ordre supérieur, on y ajoute quelquefois :

Une salle pour les facteurs ;

Un bureau pour le sous-chef;
Un cabinet pour le commissaire de surveillance ;
Un local spécial pour le télégraphe.
Plus rarement :
Un bureau pour la poste;
Et un bureau pour la correspondance.

Un cabinet pour la préparation des chaufferettes et le bureau des employés de la voie sont placés tantôt dans le bâtiment des salles d'attente, tantôt dans un bâtiment séparé. On y joint quelquefois une salle pour les facteurs.

Le logement du chef de la station, placé ordinairement au premier étage, doit se composer de quatre pièces au moins, d'une cuisine et d'une cave. Il doit toujours renfermer des lieux d'aisance spéciaux.

Distribution du bâtiment. — La figure 264 est le plan du rez-de-chaussée du bâtiment des salles d'attente d'une station inter-

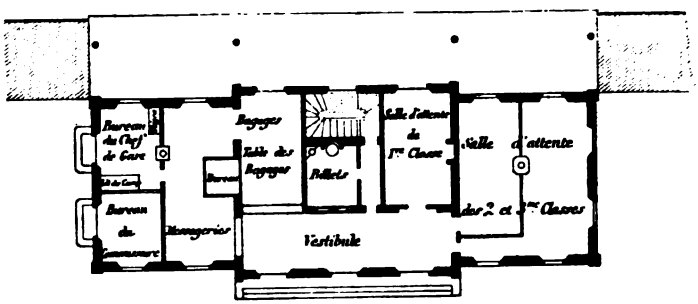


Fig. 264. — Bâtiment des voyageurs de Château-Thierry.

médiaire de 1re classe du chemin de Strasbourg, celle de Château-Thierry construite par l'État.

Les figures 265 et 266 représentent les plans du rez-de-chaussée des stations de 1re et de 3e classe du chemin de Metz à Thionville, stations construites postérieurement par la Compagnie.

Les figures 267, 268 et 269, les types des stations intermédiaires construites, il y a quelques années, par les Compagnies du Nord et du Midi.

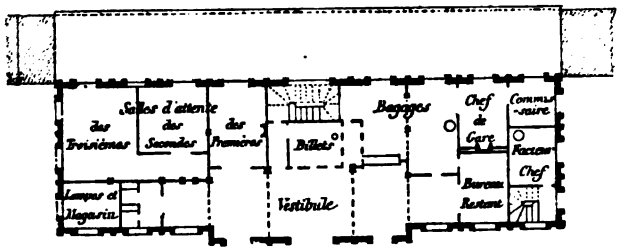


Fig. 265. — Station intermédiaire de 1re classe du chemin de Metz à Thionville.

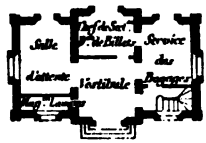


Fig. 266. — Station de 3e classe.

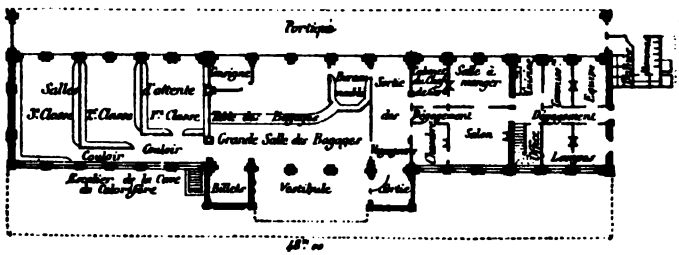


Fig. 267. — Station intermédiaire de 1re classe du chemin du Nord (1er modèle).

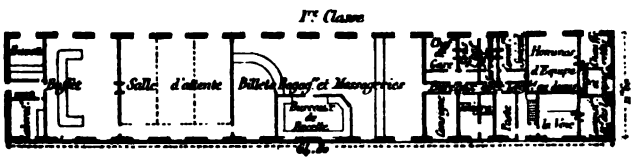


Fig. 268. — Station intermédiaire du chemin du Midi (1er modèle).

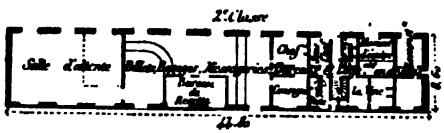


Fig. 269. — Station intermédiaire du chemin du Midi (1er modèle).

Les figures 270 et 271, sont des plans du rez-de-chaussée des

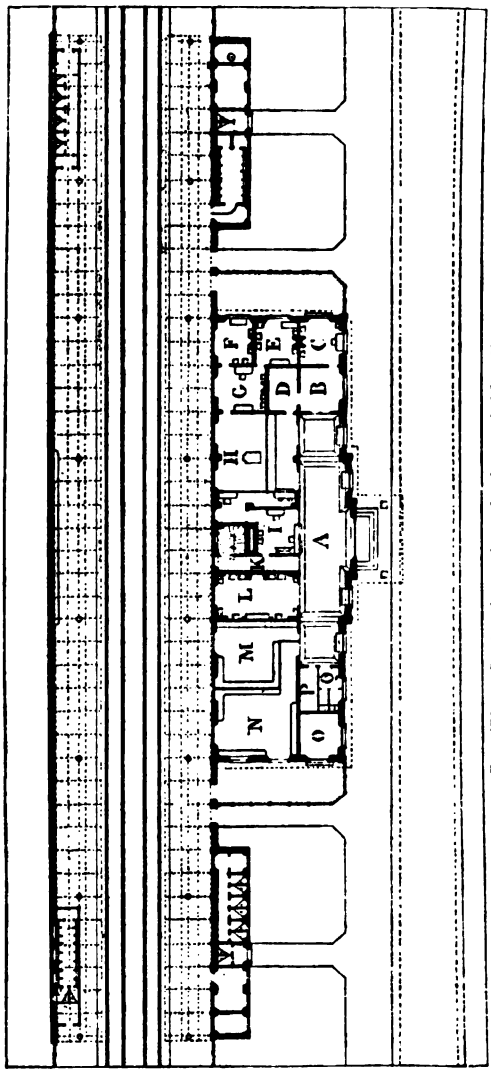


Fig. 270. — Station de 1re classe du chemin de l'Est (Meaux).

LÉGENDE :

A Vestibule.
B Bureau restant.
C Télégraphe.
D Magasins.
E Sous-chef de gare.
F Commissaire de surveillance.
G Chef de gare.
H Bagages.
I Billets.
K Passages.
L, M, N Salles d'attente (1re classe, 2e classe, 3e classe).
O Bureau de la voie.
P Dépôt.
Q Cabinets.
R Sortie couverte des voyageurs.

Le bureau de la voie peut au besoin être transporté dans un bâtiment séparé, et le local qu'il occupait dans le bâtiment des salles d'attente être affecté aux facteurs et hommes d'équipe. La lampisterie et le local pour les chaufferettes sont placés dans le bâtiment des latrines.

stations de 1re et 2e classe du chemin de Strasbourg ou du chemin

de Mulhouse, étudiés après l'expérience faite des stations des grandes lignes précédemment construites.

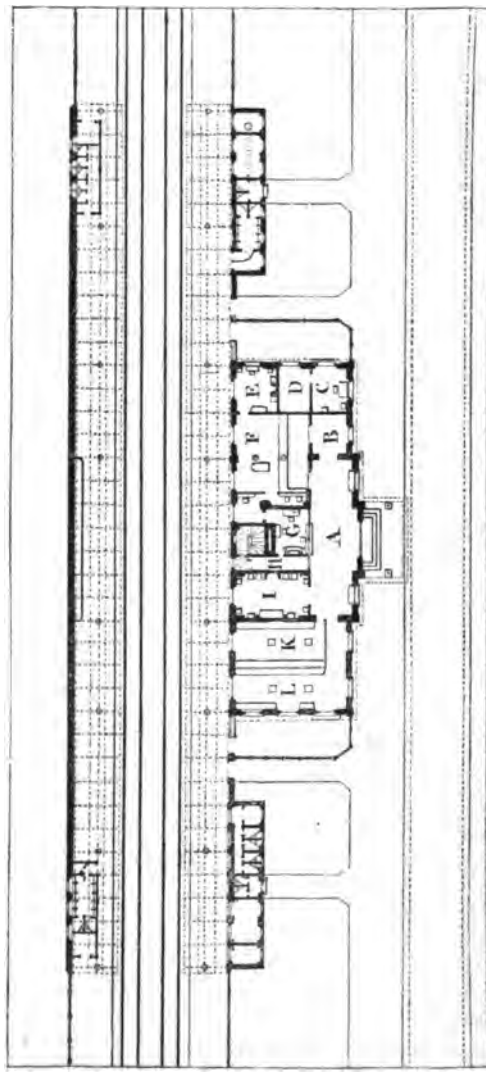


Fig. 271. — Station de 2e classe du chemin de l'Est (Lagny).

LÉGENDE :

A Vestibule.
B Bureau restant.
C Bureau de la voie.
D Magasin.
E Chef de gare et télégraphe.
F Bagages.
G Billets.
H Passages.
I, K, L Salles d'attente { 1re classe. 2e classe. 3e classe.

Même observation pour le bureau de la voie que pour le type de 1re classe.

Les figures 272, 273, 274 et 275 indiquent la disposition du

rez-de-chaussée des stations en remblai de Chelles, sur le chemin

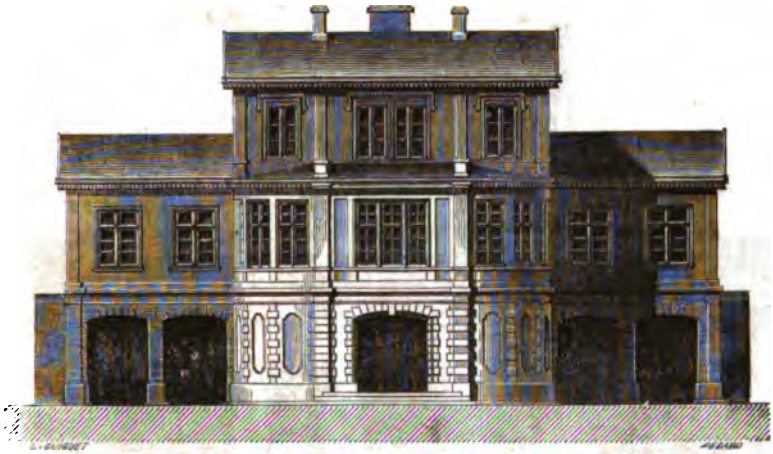


Fig. 272. — Station de Chelles. Élévation.

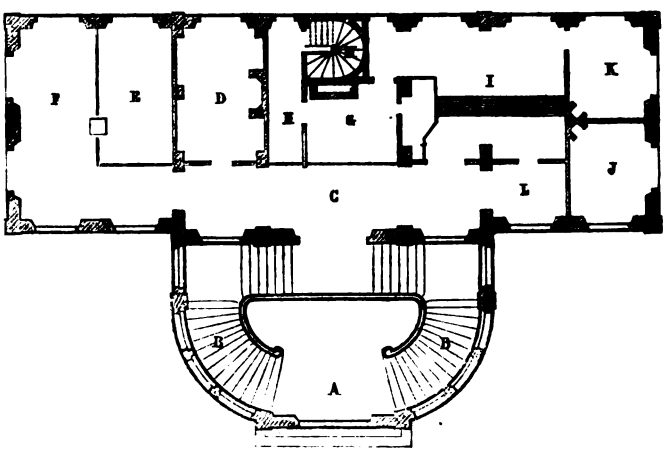


Fig. 273. — Station de Chelles. Rez-de-chaussée.

A Palier.
B Escalier.
C Vestibule.
D Salle d'attente de 1re classe.
E — de 2e classe.
F — de 3e classe.
G Billets.
H Passage.
I Salle de bagages.
J Voie.
K Chef de gare.
L Magasin.
M Escalier.

de Strasbourg, et de celle de Champigny, sur celui de Vincennes.

Fig. 274. — Station de Champigny. Élévation.

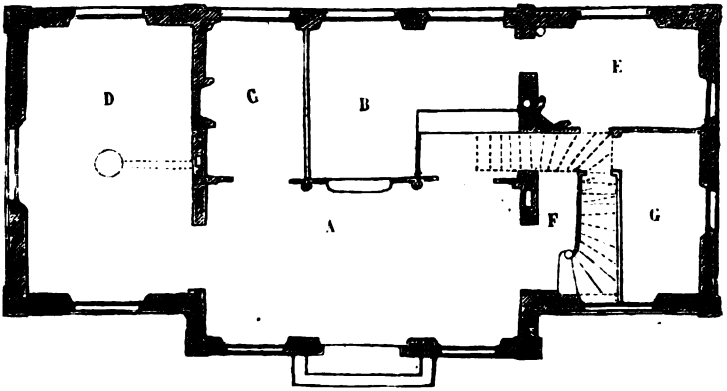


Fig. 275. — Station de Champigny. Rez-de-chaussée.

A Vestibule.
B Billets.
C Salle d'attente de 1re classe.
D — de 2e et 3e classe.
E Chef de station.
F Escalier.
G Magasin.

Les figures 314-326, sont des types empruntés au chemin de

Fig. 276. — Élévation.

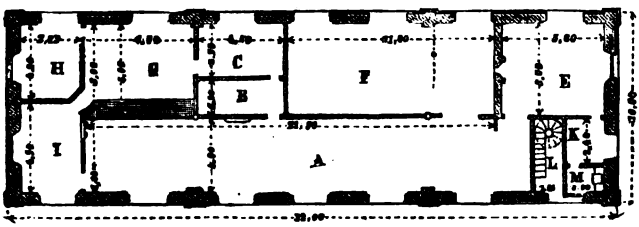


Fig. 277. — 1re classe. Plan du rez-de-chaussée.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare.
E Salon de 1re classe.
F Salles d'attente de 2e et 3e classe.
G Service des bagages.
H Bureau restant.
I Bureau d'enregistrement des bagages et de la messagerie.
K Petit salon.
L Escalier.
M Water-closet.

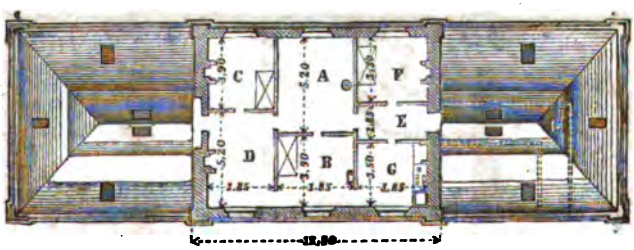


Fig. 278. — 1re classe. 1er étage.

A Salle à manger.
B Chambre à coucher.
C Id.
D Salon.
E Antichambre.
F Chambre à coucher.
G Cuisine.

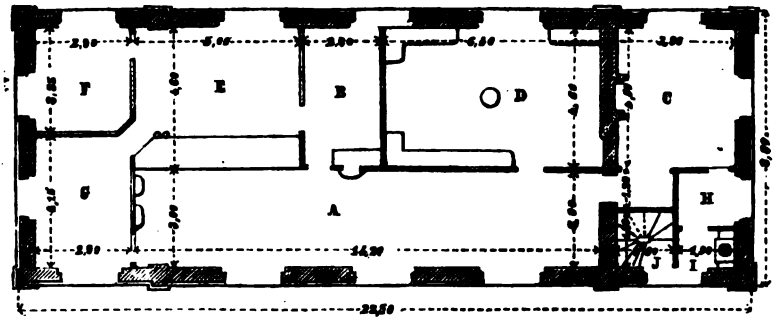


Fig. 279. — 2e classe. Rez-de-chaussée.

A Vestibule.
B Billets.
C Salon de 1re classe.
D Salles d'attente de 2e et 3e classe.
E Service des bagages.
F Bureau restant.
G Enregistrement des bagages.
H Petit salon.
I Water-closet.
J Escalier.

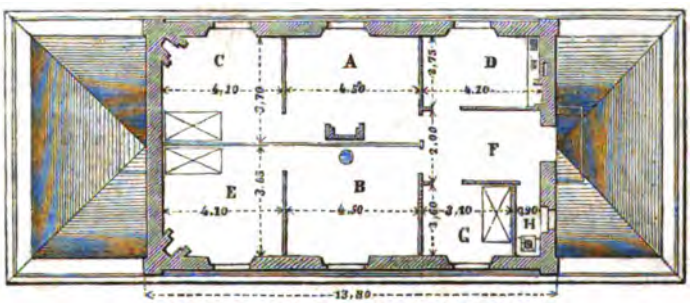


Fig. 280. — 2e classe. 1er étage.

A Salon.
B Salle à manger.
C Chambre à coucher.
D Cuisine.
E Chambre à coucher.
F Antichambre.
G Chambre de bonne.
H Water-closet.

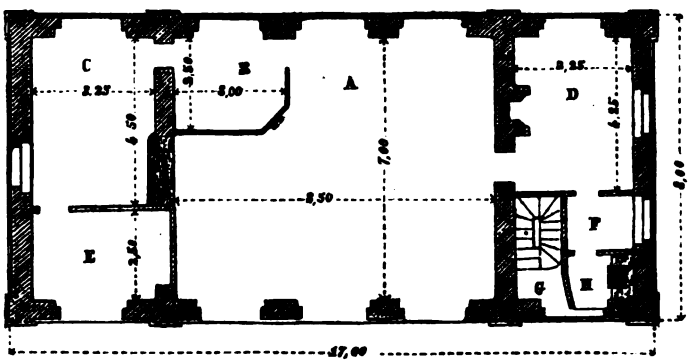


Fig. 281. — 3e classe. Rez-de-chaussée.

A Vestibule.
B Billets.
C Bureau des bagages et de la messagerie.
D Salon de 1re classe.
E Bureau restant.
F Petit salon.
G Escalier.
H Water-closet.

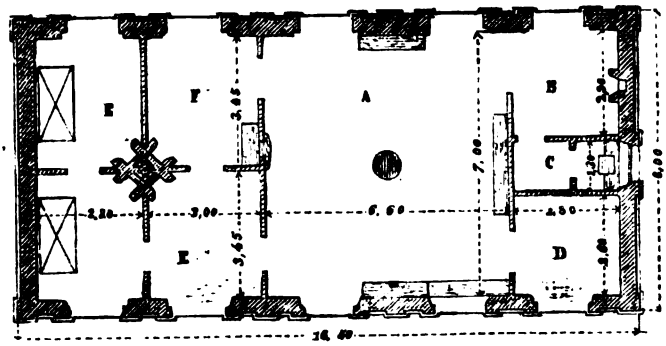


Fig. 282. — 4e classe. Gare de passage. Rez-de-chaussée.

A Vestibule et salle d'attente de 2e et 3e classe.
B 1re classe.
C Petit salon.
D Bureau restant.
EE Logement du chef de gare.
F Bureau du chef de gare.

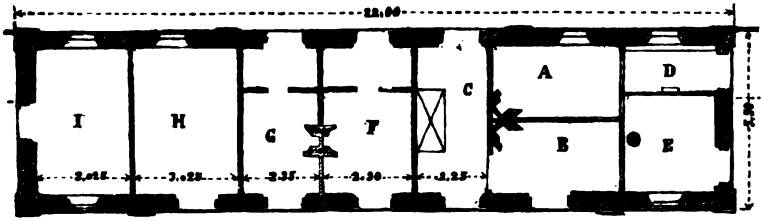


Fig. 283. — Bâtiment annexe de gauche. 1re classe, 1er type.

A Direction. Télégraphe de l'État.
B Télégraphe de la Compagnie.
C Pièce pour l'employé de la Compagnie.
D Salle d'attente pour le public.
E Employé de la télégraphie.
F Commissaire.
G Bureau de poste.
H Débarras.
I Charbon.

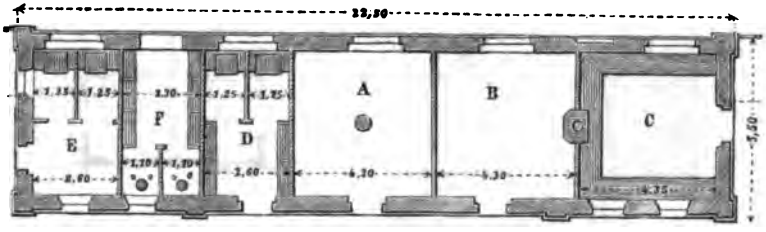


Fig. 284. — Bâtiment annexe de droite. 1re classe, 1er type.

A Chauffoir de la gare.
B Chauffoir de la locomotive.
C Lampisterie.
D Latrines et urinoirs pour hommes.
E Latrines pour dames et surveillants.
F Latrines et urinoirs publics.

l'Ouest, station de Cherbourg, étudiés à peu près à la même époque que ceux du chemin de Mulhouse.

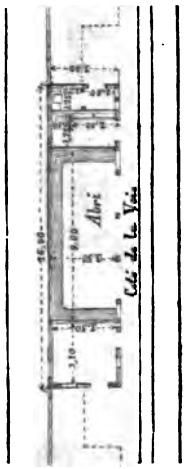


Fig. 287. — Abri. 2e type.

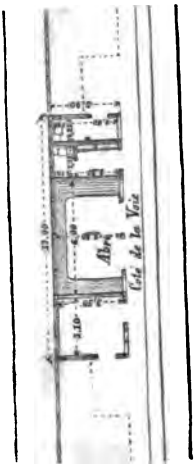


Fig. 288. — Abri. 3e type.

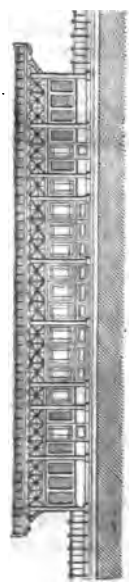


Fig. 285. — Abri. 1er type.

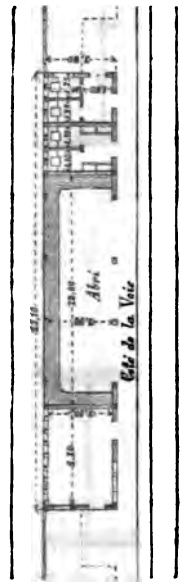


Fig. 286. — Abri. 1er type.

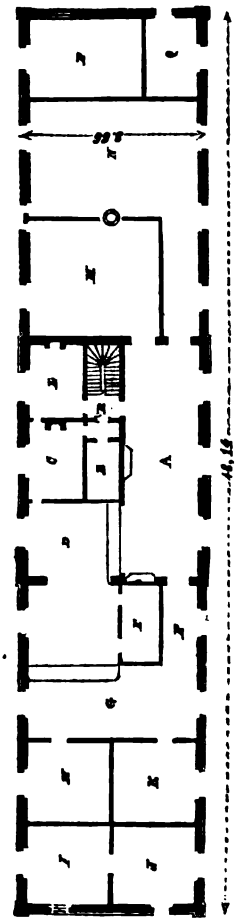


Fig. 289. — Chemin de Bologne à Ancône. 1re classe.

Nous donnons figures 289, 290, 291 et 292, les plans des rez-de-chaussées des stations des chemins de fer italiens de Bologne à

Fig. 289. — Chemin de Bologne à Ancône. 1re classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare.
D Bagages.
E Enregistrement des bagages.
G Passage.
F Couloir d'arrivée.
H Bureau restant.
I Commissaire.
J Lampisterie.
K Hommes d'équipe.
L Télégraphe.
M Salle d'attente 1re et 2e classe.
N — 3e classe.
O Couloir.
P Buffet.
Q Cuisine.
R Escalier.

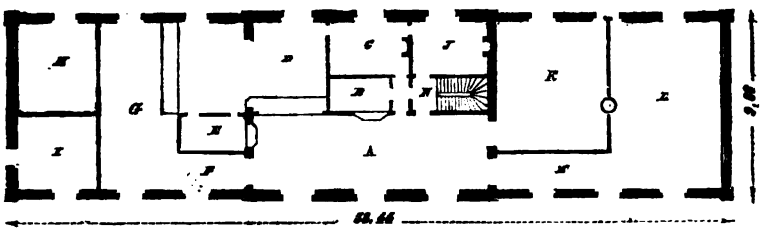


Fig. 290. — Chemin de Bologne à Ancône. 2e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare.
D Bagages.
E Enregistrement des bagages.
F Passage.
G Couloir d'arrivée.
H Poste et télégraphe.
I Lampisterie.
J Commissaire.
K Salle d'attente 1re et 2e classe.
L — 3e classe.
M Couloir.
N Escalier.

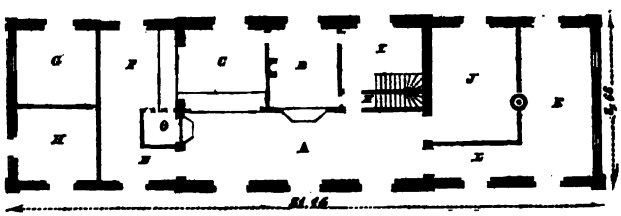


Fig. 291. — Chemin de Bologne à Ancône. 3e classe.

A Vestibule.
B Billets et chef de gare.
C Bagages.
D Enregistrement des bagages.
E Passage.
F Couloir d'arrivée.
G Commissaire.
H Lampisterie.
I Télégraphe.
J Salle d'attente 1re et 2e classe.
K — 3e classe.
L Passage.
M Escalier.

Fig. 292. — Chemin de Bologne à Ancône. 4e classe.

A Vestibule.
B Billets et chef de gare.
C Bagages.
D Salles d'attente.
E Lampisterie.
F Poste et télégraphe.
G Bureau restant.
H Escalier.

Ancône, et des chemins portugais (constructeur M. Oppermann) un peu modifiés pour de nouvelles lignes.

Les figures 293, 294, 295 et 296 représentent les types des

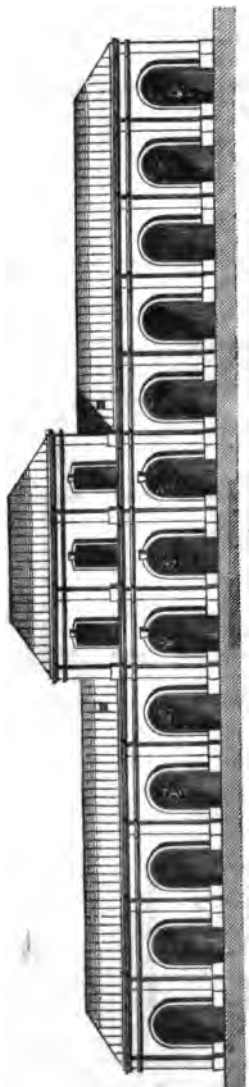


Fig. 293. — Élévation.

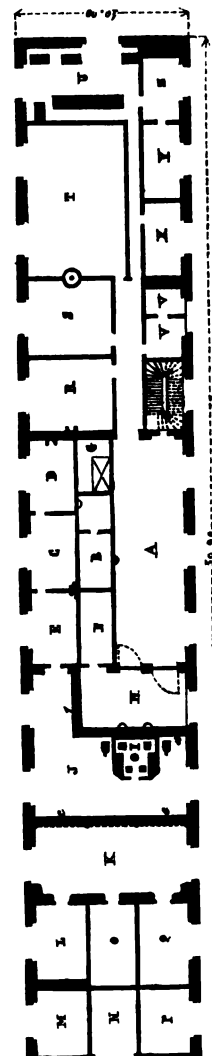


Fig. 294. — Nouveau réseau étranger. 1re classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare.
D Télégraphe.
E Sous-chef de gare.
F Dépôt des bagages.
G Chambre de repos.
H Vestibule des bagages.
I, J Bureau d'enregistrement.
J Salle de bagages.
K Sortie des voyageurs.
L Bureau de la voie.
M Commissaire de surveillance.
N Bureau de poste.
O Magasin.
P Correspondance.
Q Bureau restant.
R Salle d'attente 1re classe.
S — 2e classe.
T — 3e classe.
U Buffet.
V Water-closet.
X Chambre du buffet.
Y Office.
Z Cuisine.

stations d'un nouveau réseau étranger, étudiées sur les plans précéden ts et fort bien appropriées à leur destination.

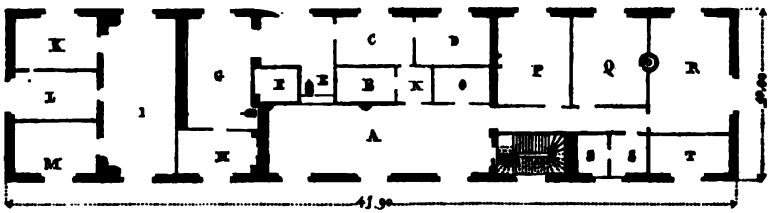


Fig. 295. — Nouveau réseau étranger. 2e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare.
D Télégraphe.
E Messageries.
F Bureau d'enregistrement.
G Bagages.
H Bureau restant.
I Sortie des voyageurs.
K Bureau de la voie.
L Magasin.
M Bureau de la poste.
N Passage.
P Salle d'attente 1re classe.
Q — 2e classe.
R — 3e classe.
S Water-closet.
T Correspondance.

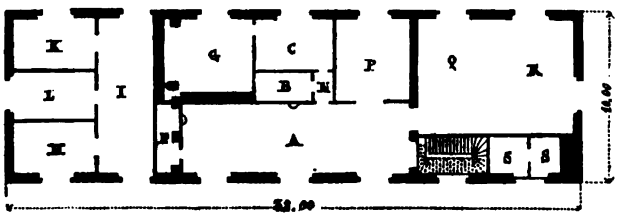


Fig. 296. — Nouveau réseau étranger. 3e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Chef de gare et télégraphe.
F Bureau d'enregistrement.
G Bagages.
I Sortie des voyageurs.
K Lampisterie.
L Magasin.
M Bureau restant.
N Passage.
P Salle d'attente 1re classe.
Q, R — 2e et 3e classe.
S Water-closet.

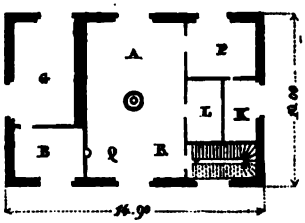


Fig. 297. — Nouveau réseau étranger. 4e classe.

A Vestibule.
B Chef de gare.
G Bagages.
K Lampisterie.
L Magasin.
P Salle d'attente 1re classe.
Q, R — 2e et 3e classe.

La figure 298 indique la distribution du rez-de-chaussée pour de nouvelles stations établies tout récemment entre Paris et Tours

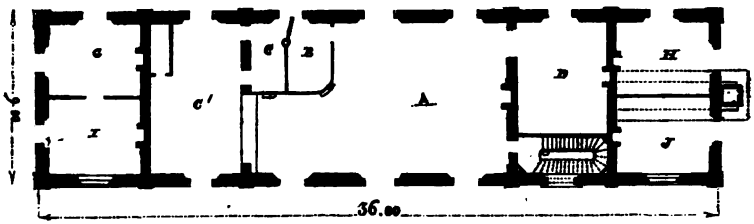


Fig. 298. — Chemin de Paris à Tours par Vendôme. 1re classe.

A Vestibule servant de salle d'attente 2e et 3e classe.
B Billets.
C Enregistrement des bagages et de la messagerie.
C' Salle des bagages et de la messagerie.
D Salle d'attente de 1re classe.
G Chef de gare.
H Commissaire de surveillance.
I Télégraphe.
J Bureau de la voie.
Escalier.

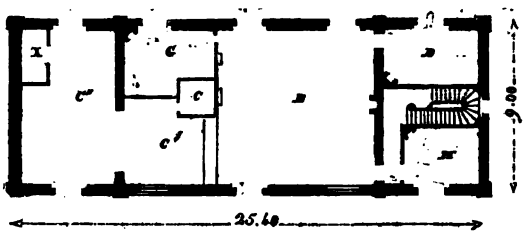


Fig. 299. — Chemin de Nantes à Châteaulin. 2e classe.

C Enregistrement des bagages.
C' Salle des bagages.
C'' Salle de la messagerie.
D Salle d'attente 1re classe.
E Vestibule salle d'attente 2e et 3e classe.
G Chef de gare, billets et télégraphe.
H Commissaire de surveillance.
X Bureau restant.
Escalier.

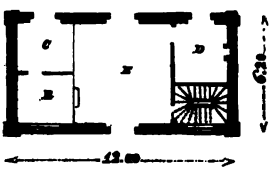


Fig. 300. — Chemin de Nantes à Châteaulin. 4e classe.

B Billets, chef de gare, télégraphe.
C Bagages.
D Salle d'attente de 1re classe.
E Vestibule salle d'attente 2e et 3e classe.
Escalier.

(*via* Vendôme) par la Compagnie d'Orléans et celles 299 et 300 les stations construites par la même Compagnie sur le chemin de Nantes à Châteaulin.

Les figures 301, 302 et 303 pour de nouvelles sections de l'Ouest.

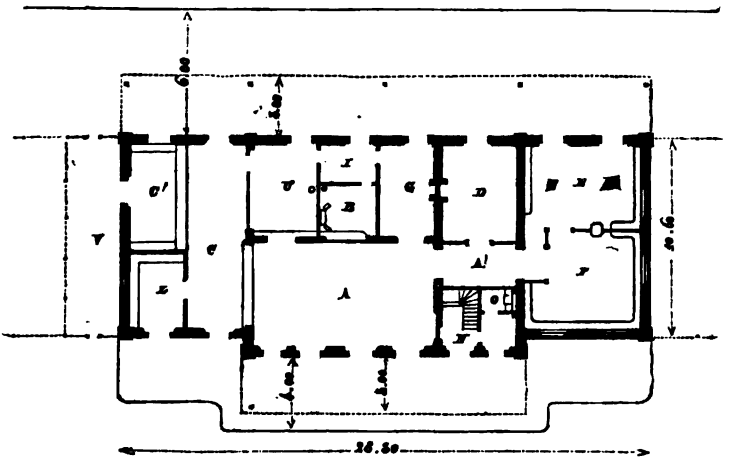


Fig. 301. — Chemin de l'Ouest. 1re classe.

A Vestibule.
A' Passage aux salles d'attente.
B Billets.
C Salle des bagages.
C' Salle de distribution des bagages à l'arrivée.
D Salle d'attente 1re classe.
E — 2e classe.
F — 3e classe.
G Chef de gare.
I Télégraphe.
L Bureau restant.
N Escalier.
O Latrines.
U Facteurs.
V Sortie des voyageurs.

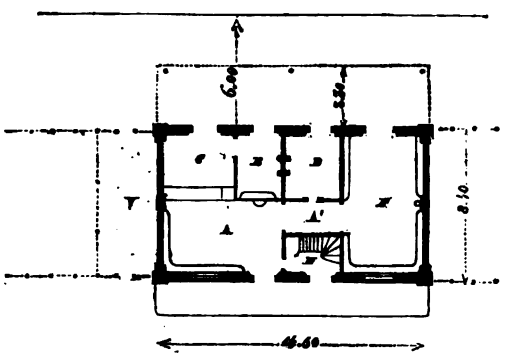


Fig. 302. — Chemin de l'Ouest. 3e classe.

A Vestibule.
A' Passage aux salles d'attente.
B Billets, chef de gare, télégraphe.
C Bagages.
D Salle d'attente 1re classe.
F — 2e et 3e classe.
N Escalier.
V Sortie des voyageurs.

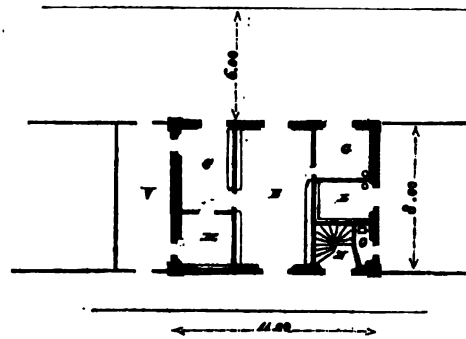


Fig. 303. — Chemin de l'Ouest. 4e classe.

C Bagages.
E Vestibule servant de salle d'attente.
G Chef de gare.
L Lampisterie.
M Magasin.
N Escalier.
O Latrines.
V Sortie des voyageurs.

Les figures 304, 305 et 306 pour de nouvelles sections du chemin du Nord.

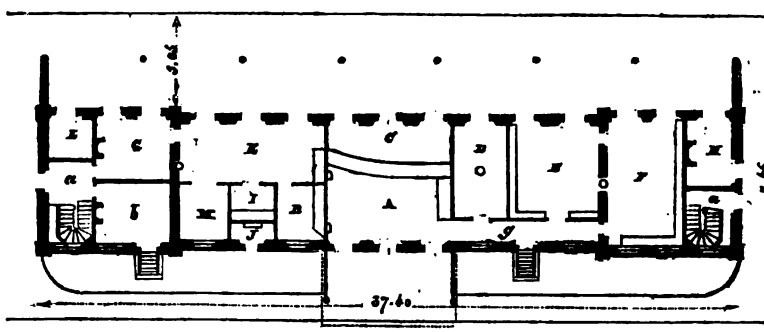


Fig. 304. — Chemin du Nord. 1re classe.

A Vestibule.
B Sous-chef et billets.
C Bagages.
D Salle d'attente 1re classe.
E — 2e classe.
F — 3e classe.
G Chef de gare.
H Commissaire de surveillance.
I Télégraphe.
J Id.
K Bureau central.
L Consigne.
M Pièce disponible.
aa Vestibules des pavillons.
b Salle à manger du chef du gare.
g Couloir des salles d'attente.

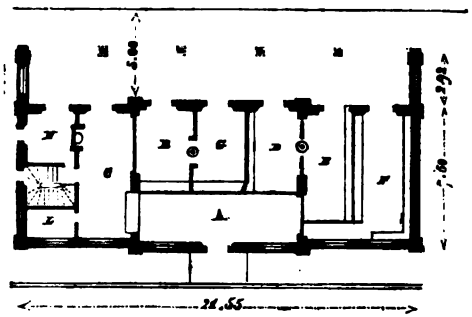


Fig. 305. — Chemin du Nord. 3e classe.

A Vestibule.
B Billets et enregistrement des bagages.
C Salle des bagages.
D Salle d'attente 1re classe.
E — 2e classe.
F — 3e classe.
G Chef de gare.
L Consigne.
N Lampisterie.
Escalier.

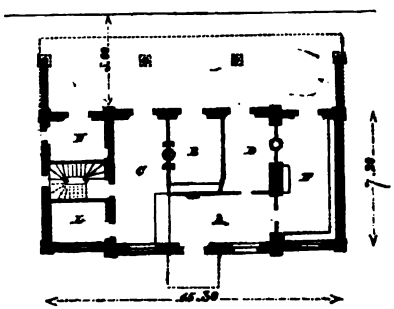


Fig. 306. — Chemin du Nord. 4e classe.

A Vestibule.
B Billets et chef de gare.
C Bagages.
D Salle d'attente 1re et 2e classe.
F — 3e classe.
L Consigne.
N Lampisterie.
Escalier.

Les figures 307, 308 et 309 pour les dernières stations construites sur le chemin de fer Lyon et Méditerranée (section du Midi), pour

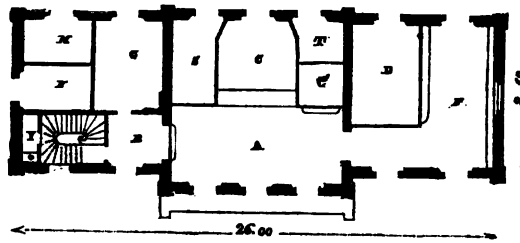


Fig. 307. — Chemin de la Méditerranée. 2e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Salle des bagages.
C' Enregistrement des bagages.
D Salle d'attente 1re et 2e classe.
F — 3e classe.
G Chef de gare.
M Magasin.
N Lampisterie.
S Sortie des voyageurs avec bagages.
T Pièce sans destination.
Y Latrines.
Escalier.

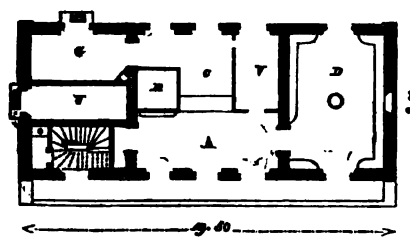


Fig. 308. — Chemin de la Méditerranée. 3e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Bagages.
D Salle d'attente.
G Chef de gare.
U Magasin et facteurs.
V Sortie des voyageurs avec bagages.
Escaliers.
Latrines.

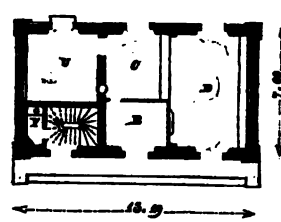


Fig. 309. — Chemin de la Méditerranée. 4e classe.

B Chef de gare.
C Salle des bagages.
D Salle d'attente vestibule.
U Facteurs et magasin.
Y Latrines.
Escalier.

les stations du même réseau (fig. 310, 311 et 312) (section du Bour-

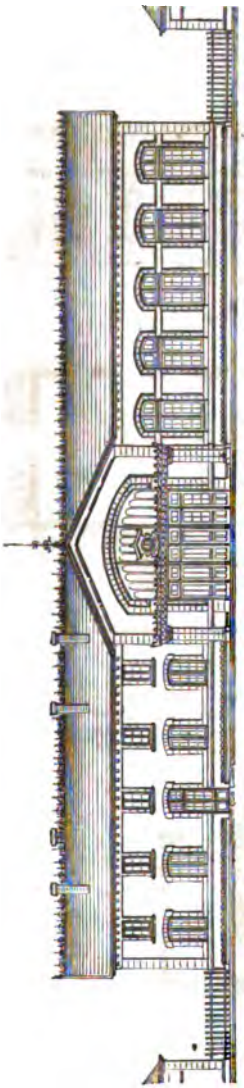


Fig. 310. — Élévation.

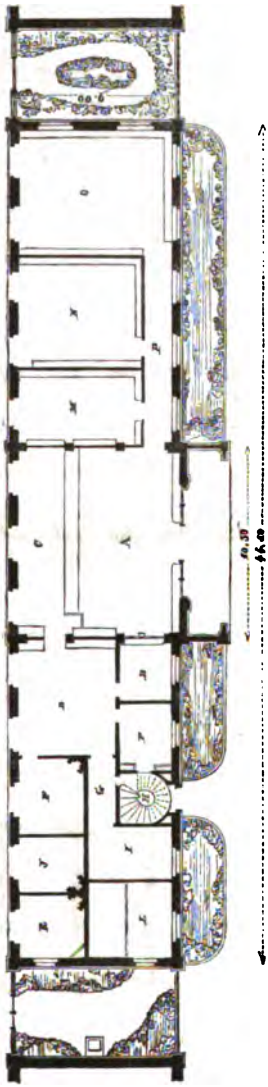


Fig. 311. — Chemin de Paris à Lyon, Bourbonnais. 1re classe.

A Vestibule.
B Billets et sous-chef.
C Bagages.
D Messageries.
E Télégraphe.
F Chef de gare.
G Couloir.
H Escalier.
I Consigne.
J Chefs de train.
K Commissaire.
L Hommes d'équipe.
M Salle d'attente 1re classe.
N — 2e classe.
O — 3e classe.
P Couloir.

bonnais), et pour des stations de classe inférieure établies sur les embranchements du réseau lyonnais (fig. 313, 314 et 315).

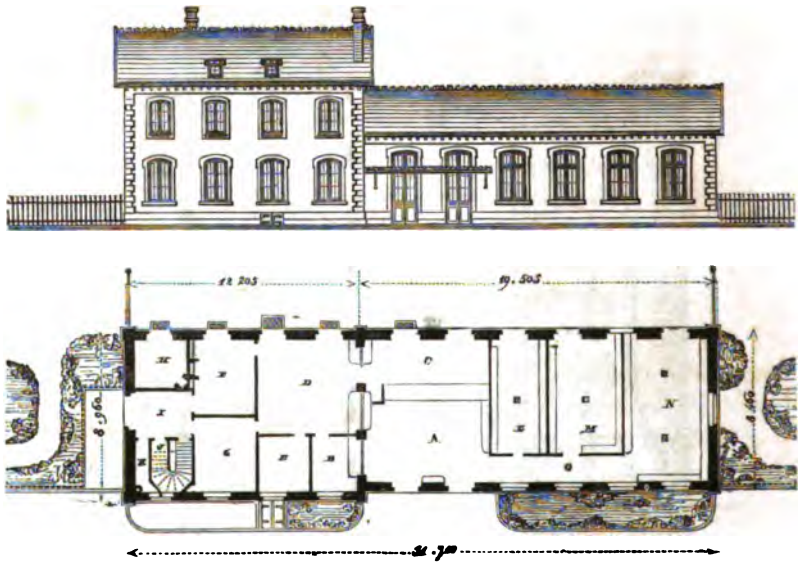


Fig. 312. — Chemin de Paris à Lyon, Bourbonnais. 2e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Bagages.
D Messagerie.
E Consigne.
F Chef de gare.
G Télégraphe.
H Commissaire.
I Vestibule.
J Escalier.
K Latrines.
L Salle d'attente 1re classe.
M — 2e classe.
N — 3e classe.
O Couloir.

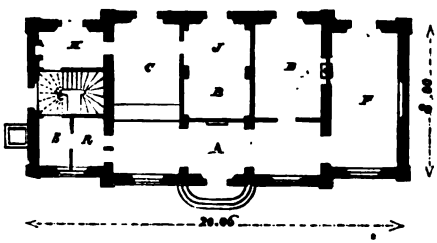


Fig. 313. — Chemin de Paris à Lyon, embranchements. 3e classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Salle des bagages.
E Salle d'attente 1re et 2e classe.
F — 3e classe.
H Chef de gare.
J Télégraphe.
R Facteur enregistrant.
S Bureau restant.
Escalier.

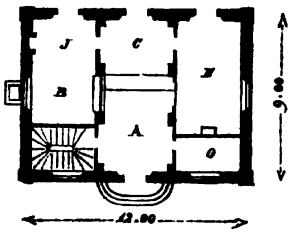


Fig. 314. — Chemin de Paris à Lyon, embranchements. 4e classe.

A Vestibule.
B Chef de gare et billets.
C Bagages.
E Salle d'attente.
J Télégraphe.
O Lampisterie.
Escalier.

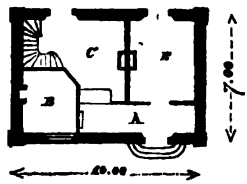


Fig. 315. — Chemin de Paris à Lyon, embranchements. 5e classe.

A Vestibule.
B Chef de gare, billets et télégraphe.
C Salle de bagages.
E Salle d'attente.

Les figures 316, 317 et 318 reproduisent les types des sections en construction du chemin du Midi.

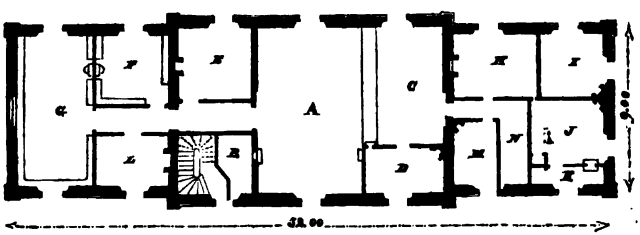


Fig. 316. — Chemin du Midi. 1re classe.

A Vestibule.
B Billets.
C Bagages et messagerie.
D Enregistrement.
E Salle d'attente 1re classe.
F — 2e classe.
G — 3e classe.
H Chef de gare.
I Commissaire de surveillance.
J, K } Télégraphe.
L Voie.
M Bureau de poste.
N Objets en souffrance.
Escalier.

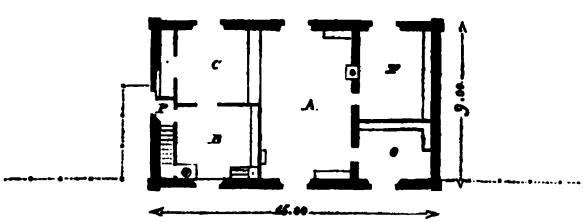


Fig. 317. — Chemin du Midi. 2e classe.

A Vestibule et salle d'attente 3e classe.
B Billets, chef de gare et télégraphe.
C Bagages et messagerie.
F Salle d'attente 1re et 2e classe.
O Lampisterie.
P Passage conduisant chez le chef de gare.
Escalier.

La figure 319, enfin, est le plan du rez-de-chaussée d'une maison de garde avec salle d'attente à établir sur le réseau de l'Est, aux points désignés pour les haltes. Les voyageurs conservent leurs bagages dans la salle d'attente comme le faisaient anciennement les voyageurs des messageries.

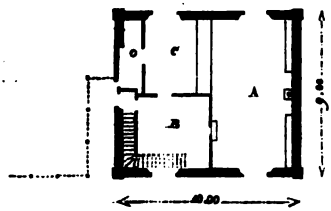


Fig. 318. — Chemin du Midi. 3e classe.

A Salle d'attente commune et vestibule.
B Billets, chef de gare et télégraphe.
C Bagages et messagerie.
O Lampisterie et imprimés.
Escalier.

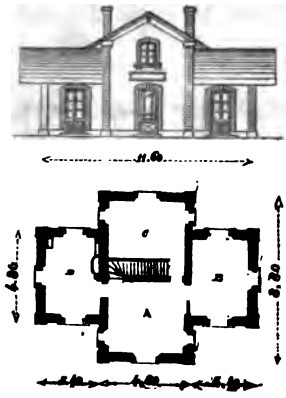


Fig. 319. — Maison de garde salle d'attente.

A Chef de gare.
B Salle d'attente.
C Chambre.
D Cuisine.
Escalier.

Observations sur les plans des stations intermédiaires. — L'examen des plans des stations intermédiaires donne lieu aux observations suivantes :

1° Sur la plupart des chemins de fer dans les stations d'ordre supérieur, le logement du chef de gare se trouve au premier étage d'un pavillon, au centre du bâtiment des voyageurs. Une partie des salles d'attente, le cabinet du chef de gare, la salle des bagages, etc., sont placés sous des combles formant ailes des deux côtés du bâtiment principal ;

Dans les stations d'ordre inférieur, les ailes sont supprimées. Sur le chemin du Nord on a construit, dans les stations du 1er et du 2e type, des pavillons avec étage aux deux extrémités, et entre deux un bâtiment avec rez-de-chaussée seulement ;

Au chemin du Bourbonnais, on a placé un bâtiment avec étages à une des extrémités, et d'un seul côté de ce bâtiment un rez-de-chaussée contenant les salles d'attente;

2° On a, autant que possible, placé dans toutes les stations le chef et sous-chef de gare de manière qu'ils puissent facilement exercer leur surveillance sur toutes les branches du service, et pour

cela on a placé les bureaux du chef et sous-chef de telle façon qu'ils puissent communiquer aisément avec les quais intérieurs, les salles de bagages, le bureau des billets et le télégraphe;

3° Un des quais intérieurs est toujours en communication directe avec les salles d'attente et les salles à bagages. Souvent aussi le cabinet du commissaire de surveillance et la salle des facteurs ont une sortie sur ce quai. Quelquefois néanmoins ils sont placés du côté de la cour;

4° On s'est appliqué, dans la plupart des gares, à donner accès au public de l'extérieur, en évitant de l'introduire sur le quai, dans le cabinet du chef et du sous-chef, dans le local affecté au télégraphe, dans le bureau du commissaire de surveillance, dans les salles d'attente et de bagages, dans le bureau restant, dans le bureau des correspondances, dans celui de la voie et dans le buffet;

5° Dans les stations de dernière classe, le service du chef de gare ainsi que celui de la recette pour les voyageurs, les bagages ou la messagerie et le service du télégraphe se font souvent dans une seule et même pièce;

6° Les salles d'attente sont généralement groupées d'un seul et même côté du bâtiment. Elles ne sont jamais séparées comme dans les gares allemandes;

7° Les bureaux de recettes pour les voyageurs sont dans les stations d'ordre supérieur sur la plupart des chemins placés à côté des salles d'attente, de telle façon que les voyageurs ne soient pas forcés de passer après avoir pris leurs billets devant la salle des bagages pour se rendre aux salles d'attente;

8° Le service des bagages et celui de la messagerie se fait le plus souvent dans une seule et même salle. Toutefois, dans les très-grandes gares ces deux services sont séparés;

9° Sur la plupart des chemins on a ménagé un vestibule plus ou moins vaste, distinct des salles d'attente, dans les stations d'ordre supérieur. Il n'en est pas de même dans les stations du dernier ordre, où le vestibule joue le rôle de salle d'attente, si ce n'est pour tous les voyageurs, du moins pour ceux de 2e et 3e classe. Au chemin d'Orléans (réseau de Paris à Tours, *via* Vendôme, et de Nantes à Châteaulin) on a supprimé le vestibule, ou l'on en a fait

usage comme salle d'attente, même dans des stations assez importantes;

10° On a ménagé sur certains chemins (chemins italiens, Méditerranée) une sortie intérieure au bâtiment pour les voyageurs avec bagages, tandis que sur d'autres (chemin de l'Est, de Lyon, etc.) la sortie de ces voyageurs s'effectue au dehors à l'extrémité du bâtiment;

11° Sur quelques lignes, dans les stations d'ordre supérieur, et même sur certains chemins dans des stations d'ordre inférieur (Méditerranée, Ouest), on a établi des *water-closets* à l'intérieur du bâtiment, tandis que sur d'autres il n'en existe qu'à l'extérieur;

12° L'escalier conduisant au logement du chef de gare est le plus souvent placé du côté de la cour. Quelquefois cependant (chemin de l'Est) il est placé du côté du trottoir;

13° Sur certains chemins, tous les locaux nécessaires au service, les *water-closets* exceptés, sont réunis dans un seul et même bâtiment, tandis que sur d'autres ils se trouvent divisés entre le bâtiment principal et des annexes (chemin de l'Ouest, section de Cherbourg, dernières station de l'Est;

14° Sur un petit nombre de lignes (celles de l'Est, nouvelles stations de l'Ouest, etc.) les voyageurs partant peuvent descendre de voiture à l'abri sous une marquise placée du côté de la cour, et les voyageurs arrivant pourraient au besoin monter en voiture dans les mêmes conditions.

Avantages et inconvénients respectifs des différentes dispositions. — Les stations intermédiaires des chemins que nous venons de passer en revue ne diffèrent pas seulement par leurs dispositions, elles diffèrent aussi par leurs dimensions. Nous nous occuperons plus loin des dimensions. Nous voulons auparavant présenter quelques observations critiques sur leur disposition.

Le système qui admet un pavillon avec étage au centre et deux ailes avec rez-de-chaussée seulement des deux côtés de ce pavillon nous paraît préférable à celui du Nord avec pavillon à étages aux extrémités. Il a sur ce dernier, non-seulement l'avantage d'un aspect plus satisfaisant en élévation, mais encore celui de permettre l'agrandissement du bâtiment des voyageurs au fur et à mesure

des besoins du service, par l'addition de travées aux deux ailes.

Le service ne peut se faire dans de bonnes conditions qu'autant que le chef de gare ou le sous-chef communique directement avec le trottoir intérieur, avec le local contenant le télégraphe et avec la salle des bagages. Il faut aussi qu'il ait facilement accès dans le bureau des recettes. Il n'en est ordinairement séparé, dans les stations d'ordre supérieur, que par la salle des bagages. Dans celles d'ordre inférieur, c'est ordinairement le chef de gare lui-même qui fait la recette. — Les conditions que nous venons d'énumérer en ce qui concerne la position du bureau du chef de gare sont remplies, dans presque toutes les stations intermédiaires dont nous avons reproduit le plan.

Il est très-convenable aussi que le public de l'extérieur ait accès chez le chef ou sous-chef de gare, sans pénétrer dans l'intérieur de la gare comme sur les chemins du réseau étranger, les chemins de la Méditerranée, du Nord, du Bourbonnais, etc.

Il est utile aussi, mais moins important, que le bureau du commissaire de la surveillance et la salle des facteurs aient une sortie immédiate sur le trottoir intérieur. Cette double condition est remplie dans certaines stations des chemins du Nord, de Paris à Tours par Vendôme, du nouveau réseau étranger, etc.

Les salles d'attente ainsi que celles de bagages doivent avoir une sortie immédiate sur le trottoir. Cette sortie se trouve sur tous les chemins, exception faite toutefois des stations de première classe du chemin de l'Ouest (nouveau réseau), les voyageurs de 3e classe devant, sur ce chemin, traverser la salle d'attente de 2e classe pour se rendre de leur salle sur le trottoir.

Le groupement des salles d'attente à une des extrémités du bâtiment, groupement qui permet de faire le service des trois salles au moyen d'un seul employé, nous paraît bien préférable à la division des salles adoptées en Allemagne.

Dans les stations intermédiaires de quelque importance, il nous paraît très-convenable de placer le bureau des billets, comme nous avons déjà prescrit de le faire dans les stations extrêmes, à côté des salles d'attente, afin d'éviter la confusion qui résulterait les jours de grande affluence du mélange des voyageurs qui se rendent du

bureau des billets aux salles d'attente, avec les hommes de peine qui apportent les bagages.

Quant à ce qui est du bureau restant, du bureau de la voie, du bureau des correspondances et du bureau de la poste et des buffets, ils doivent être nécessairement à la portée du public de l'extérieur. Il en est de même du bureau du télégraphe, si le télégraphe doit être employé au service du public, aussi bien qu'à celui de la compagnie.

Les services des bagages et de la messagerie se font très-convenablement dans une seule et même salle si l'un des deux n'est pas extrêmement actif, comme dans les stations extrêmes. Dans le cas contraire, la division devient indispensable.

Un vestibule pour les stations de quelque importance nous paraît toujours d'une grande utilité. Nous rejetterions par conséquent la disposition du chemin d'Orléans, qui supprime le vestibule dans des stations qui ont une certaine importance.

Convient-il, dans les stations du premier ordre, d'établir un couloir spécial dans l'intérieur du bâtiment pour les voyageurs avec bagages, comme sur les chemins de fer italiens, ou vaut-il mieux que la sortie de ces voyageurs s'effectue comme à l'Est, à l'extérieur? Avant de nous prononcer sur cette question, il est nécessaire que nous indiquions comment se fait le service des bagages et de la messagerie sur les différentes lignes.

Dans les très-grandes stations que nous avons désignées sous le nom de stations hors classe, comme par exemple celles de Nancy, de Metz et de Strasbourg, sur le réseau de l'Est, le service de la messagerie et des bagages doit se faire au départ et à l'arrivée dans des salles distinctes ou des compartiments séparés d'une même salle. Les salles distinctes sont logées dans un seul et même bâtiment, si le départ et l'arrivée ont lieu d'un même côté comme à Nancy et à Forbach, ou dans des bâtiments distincts, s'ils ont lieu de côtés différents, comme à Metz et à Strasbourg.

Dans les stations moins importantes, les services de la messagerie et des bagages se font dans des salles ou compartiments distincts, suivant qu'ils sont plus ou moins actifs. Souvent une seule et même

salle est affectée au service de la messagerie et des bagages, tant au départ qu'à l'arrivée.

Ainsi, sur le réseau de l'Est, les bagages et les objets de messagerie, sont dans la plupart des stations intermédiaires (Meaux, Lagny, Bar-le-Duc), déposés au départ sur une seule et même table et enregistrés soit dans un seul et même bureau, soit dans des bureaux différents.

Les bagages, dans les stations d'importance secondaire comme celle de Lagny ou dans les stations de banlieue, sont délivrés aux voyageurs arrivant, sur le trottoir même, contre remise de leurs bulletins.

Dans les stations d'un ordre supérieur et même quelquefois dans les stations d'ordre inférieur, les mêmes bagages sont portés par les facteurs dans la salle des bagages partant. Le voyageur sortant par un couloir couvert ou non couvert à l'extrémité du bâtiment revient alors de la cour dans le vestibule pour recevoir les bagages sur la même table que celle où l'on dépose les bagages partant. Le service des bagages à l'arrivée se fait au Nord de la même manière.

Au chemin de l'Ouest les bagages arrivant sont également apportés par les facteurs dans la salle des bagages partant. Mais le voyageur, au lieu de revenir sur ses pas comme dans le cas précédent, passe immédiatement du couloir de sortie à l'extérieur dans une petite salle d'attente ou ses bagages lui sont rendus sur une table spéciale.

Dans les stations du nouveau réseau étranger, le voyageur sortant par un couloir spécial qui est toujours couvert, prend ses bagages sur une table placée latéralement à la salle des bagages partant.

Au chemin de Lyon (ligne principale et ligne du Bourbonnais), les bagages sont portés dans un petit hangar établi à quelque distance du bâtiment, et c'est sous ce hangar qu'ils sont délivrés au voyageur.

Au chemin d'Orléans (nouvelles stations), dans les stations de 2e classe et dans celles d'ordre inférieur, ils sont toujours distribués sur le trottoir comme à Lagny, sur le chemin de fer de l'Est.

Aucun de ces modes de procéder pour la remise des bagages ne nous paraît entièrement satisfaisant, celui du Bourbonnais excepté.

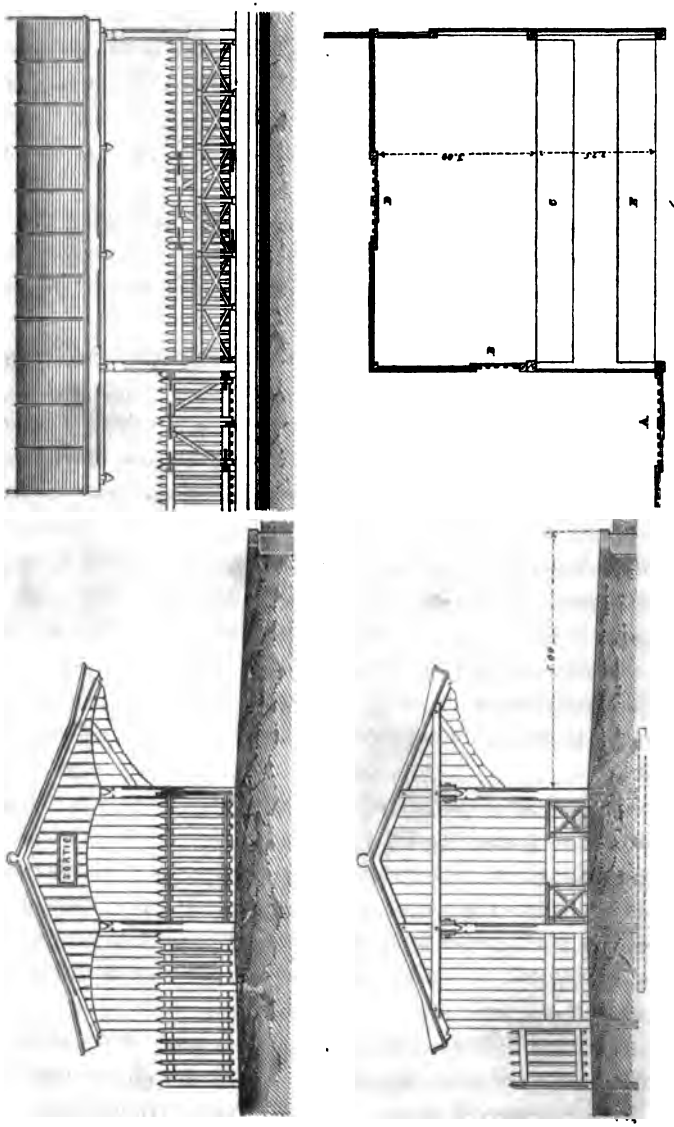


Fig. 320. — Hangar à bagages du chemin du Bourbonnais.

Si la quantité des bagages à distribuer est considérable, la remise de ces bagages au voyageur sur le trottoir peut difficilement se faire sans quelque confusion et nécessitera souvent l'introduction dans l'intérieur de la gare des facteurs ou commissionnaires étrangers au service de l'exploitation.

Les voyageurs étant obligés, comme au chemin de l'Est et du Nord, de revenir sur leurs pas pour recevoir les bagages dans le vestibule, sont exposés aux intempéries de l'air dans la cour et il peut en résulter, dans les cas de grande affluence, quelque désordre provenant du mélange des voyageurs partant et des voyageurs arrivant se rencontrant dans le vestibule.

La disposition adoptée au chemin de l'Ouest, qui permet de distribuer les bagages aux voyageurs arrivant sans qu'ils reviennent sur leurs pas, est certainement préférable. Toutefois, si on l'adoptait, il conviendrait, afin de faciliter le service, d'ouvrir de la salle d'attente des voyageurs arrivant sur le couloir de sortie deux portes au lieu d'une.

Le couloir couvert des chemins du réseau étranger et de la Méditerranée semble offrir une solution avantageuse, mais il est coûteux. Aux chemins étrangers, les hommes de peine se présentant pour enlever les bagages de plusieurs voyageurs en même temps ne peuvent entrer ou sortir que par une porte unique, ce qui est gênant. Au chemin de la Méditerranée, le même inconvénient n'existe pas, mais les voyageurs qui arrivent, devant, en sortant du couloir, traverser le vestibule où se réunissent les voyageurs partant et les personnes qui les accompagnent, il peut en résulter, les jours de foule, un certain trouble. A la station de Meaux, sur le chemin de l'Est, où l'on a pendant quelque temps fait sortir les voyageurs de la même manière par un couloir intérieur, le chef de gare s'est plaint des inconvénients qui résultaient du passage de ces voyageurs dans le vestibule, et aujourd'hui la sortie a lieu à l'extrémité du bâtiment comme dans les autres stations de l'Est.

La disposition du chemin de Lyon, dans le cas où l'on ne voudrait pas imiter celle de l'Ouest, nous paraît la meilleure de toutes; mais en évitant de placer le petit hangar pour la distribution des bagages à une assez grande distance du bâtiment des voyageurs,

comme on l'a fait dans la plupart des stations de la ligne principale, afin qu'il se trouvât vis-à-vis du wagon à bagages pendant l'arrêt du train, et l'établissant à côté du couloir de sortie, comme au Bourbonnais.

Elle est fort économique, car un hangar construit légèrement permet de donner à la salle des bagages partant de moins grandes dimensions que dans le cas où l'on y fait les deux services.

Au besoin, dans les stations d'ordre supérieur, on doit couvrir à très-peu de frais le couloir extérieur au moyen de la marquise en retour. Le voyageur alors peut en sortant de ce couloir, recevoir à l'abri ses bagages et les faire charger immédiatement dans des voitures stationnant en avant du hangar dans la cour d'arrivée.

Les facteurs ou hommes de peine chargeant les bagages ne s'introduisent pas dans le gare, et ils peuvent entrer sous le hangar ou en sortir par plusieurs issues.

Il est vrai qu'il faut alors transporter à bras d'hommes ou sur des chariots les bagages du wagon sous le hangar à une certaine distance; mais cette distance est, en général, peu considérable et toujours moins grande que celle qu'il faut parcourir lorsqu'on les transporte dans la salle des bagages partant.

Il vaut mieux placer l'escalier qui conduit au logement du chef de gare du côté de la cour comme aux chemins du réseau étranger, que du côté de la gare comme au chemin de l'Est.

Les fournisseurs du chef de gare et les personnes qui le visitent ne sont pas alors obligés de traverser le vestibule, et la façade intérieure, entièrement libre, permet d'adopter pour le service la disposition très-convenable des bureaux du chef de gare, sous-chef et télégraphe, qui est incompatible avec l'emplacement de l'escalier au chemin de l'Est. Aussi a-t-on, dans les stations les plus récentes de l'Est, rejeté l'escalier du côté de la cour.

La concentration de tout le service (exception faite de celui du *water-closet* et de la lampisterie) dans un seul et même bâtiment comme sur les nouveaux chemins de fer du réseau étranger, nous paraît préférable à la division de ces services entre le bâtiment principal et les annexes, comme sur la ligne de l'Ouest (section de Cherbourg).

Enfin, nous croyons très-utile de placer dans les stations d'une certaine importance, des marquises du côté de la cour, comme on l'a fait au chemin de l'Est et de l'Ouest. Sur plusieurs lignes on ne s'est pas suffisamment préoccupé du bien-être des voyageurs, lors même qu'on eût pu le faire à peu de frais.

Stations du chemin de Bologne à Ancône. — Les stations du chemin de Bologne à Ancône ont une certaine ressemblance quant à leurs dispositions avec celles du chemin de l'Est, toutefois elles en diffèrent par la position de l'escalier, placé du côté de la cour, disposition préférable, par les raisons que nous avons déjà données, à celles de l'Est. On remarquera aussi qu'elles admettent un couloir intérieur de sortie qu'on ne rencontre pas dans les stations de l'Est. Nous avons déjà exprimé notre préférence en faveur du couloir extérieur de l'Est.

Stations des nouveaux chemins italiens. — Les stations des nouveaux chemins italiens ne sont que celles du chemin de Bologne à Ancône, notablement agrandies, de manière à permettre des aménagements dont on a cru pouvoir se passer dans les premières.

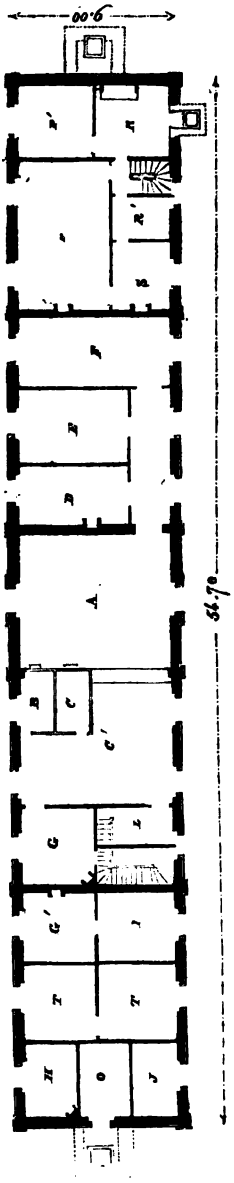
Stations de l'Ouest (nouveau réseau). — Les stations du chemin de fer de l'Ouest (nouveau réseau) nous paraissent offrir un assez bon modèle.

Stations du Nord. — Les stations du chemin de fer du Nord sont conçues dans un tout autre esprit que celui dans lequel on a étudié les stations précédentes. Nous n'approuvons pas l'intercalation du bureau des bagages entre le bureau des billets et les salles d'attente, et nous ne nous rendons pas bien compte de l'utilité du bureau central.

Nouvelles stations d'Orléans. — Les nouvelles stations du chemin d'Orléans diffèrent essentiellement de celles de tous les autres chemins par la suppression du vestibule, même dans les stations d'un ordre supérieur. Nous n'admettons cette suppression que pour les très-petites stations.

La figure 321 représente le plan du rez-de-chaussée d'une station de bifurcation du réseau d'Orléans (Redon).

Stations de Lyon-Méditerranée (réseau sud). — Dans les stations de Lyon, Méditerranée (réseau Sud), le bureau du receveur



LÉGENDE :

A Vestibule.
B Billets.
C Enregistrement des bagages.
C' Bagages et messagerie.
D Salle d'attente 1re classe.
E — 2e classe.
F — 3e classe.
G Chef de gare.
G' Sous-chef de gare.
H Commissaire de surveillance.
I Télégraphe.
J Bureau de la voie.
L Consigne.
O Hommes d'équipe.
P Buffet.
P' Buvette.
R Cuisine.
R' Office.
S Salon.
TT Pièces réservées à la Compagnie de l'Ouest.
Escaliers.

Fig. 321. — Station de bifurcation de Rodon.

se trouve, comme au chemin du Nord, à gauche de la table des bagages, tandis que les salles d'attente se trouvent à droite et la sortie des voyageurs avec bagages se fait par l'intérieur du bâtiment comme aux chemins étrangers, mais dans de moins bonnes conditions.

Au chemin du Bourbonnais, tous les voyageurs doivent, après avoir pris leurs billets, passer devant le bureau des bagages comme à Lyon-Méditerranée (réseau Sud), ce que nous blâmons.

Nous reprocherons également à ce type, si satisfaisant d'ailleurs quant à ce qui concerne le service des bagages arrivant, l'obligation de traverser la salle des bagages pour accéder du dehors au bureau du chef de gare.

Stations du chemin de Lyon (embranchements). — Les types du chemin de Lyon (embranchements), nous paraissent plus satisfaisants. Ils remplissent les conditions que nous avons

indiquées comme les plus convenables pour les stations intermédiaires.

Stations du chemin du Midi. — La disposition des stations intermédiaires au chemin du Midi nous paraît également assez rationnelle. Nous ne lui reprocherons que le passage au travers du vestibule des voyageurs arrivant dans des stations où l'affluence serait considérable.

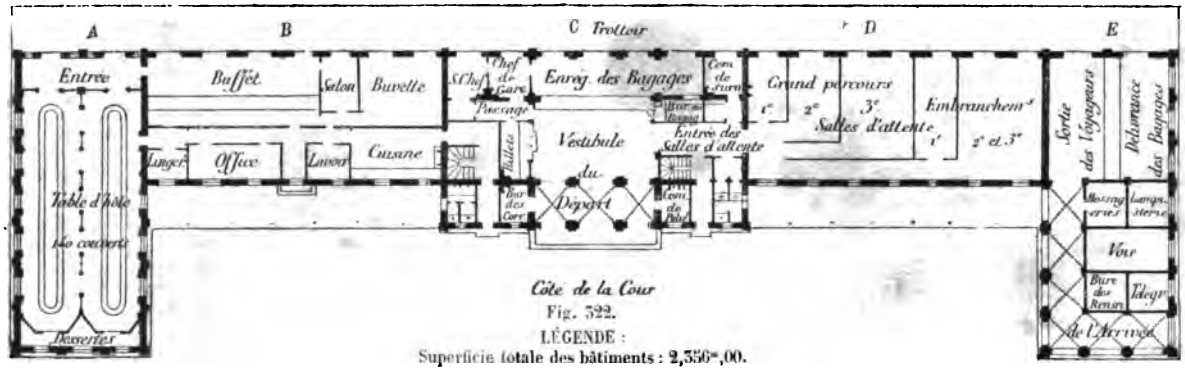
Dernières stations de l'Est. — La disposition des dernières stations de l'Est a beaucoup d'analogie, ainsi qu'on peut le voir à l'inspection des plans, avec celle des anciennes. On a seulement changé l'emplacement des salles d'attente, qui, se trouvant à gauche du bureau des billets, ne permettaient pas d'établir une communication facile entre le bureau des billets et la salle des bagages.

Le bureau du chef de gare a été placé de manière que l'on puisse y arriver aisément du dehors, soit directement, soit en traversant seulement le bureau du sous-chef. La lampisterie a été transportée dans le bâtiment des latrines et remplacée par un bureau de la voie.

Quand ces nouvelles stations ont quelque importance, on a ménagé à l'extrémité du bâtiment un couloir pour la sortie, et on a couvert les deux trottoirs jusqu'au-dessus des voitures.

Station avec buffet d'Épernay. — A Épernay, le buffet devait être placé dans le même bâtiment que les salles d'attente. On n'a pu remplir cette condition qu'en ajoutant deux bâtiments en retour d'équerre sur le bâtiment principal, comme l'indique le plan de la station (fig. 322). D'après les projets rédigés par l'architecte de la Compagnie, les bâtiments A, B, D et E ne comportent qu'un rez-de-chaussée. Le bâtiment central C admet un entre-sol et un premier étage. On remarque que le buffet proprement dit, la buvette, la cuisine et l'office, se trouvent dans le bâtiment B, et que le bâtiment en retour A ne renferme qu'une grande salle pour la table d'hôte. Le vestibule de départ, le bureau des billets, etc., sont placés dans le bâtiment central C. Le fermier du buffet et le chef de gare sont logés dans le même bâtiment. Les salles d'attente, un couloir de sortie, un vestibule d'arrivée, etc., occupent les bâtiments D et E.

Nous avons reproduit les dispositions du bâtiment de la gare



Côté de la Cour

Fig. 322.

LÉGENDE :

Superficie totale des bâtiments : 2,356m,00.

Pavillon de gauche	14m,00 × 32m,00 =	448m,00
Table d'hôte, entrées et dessertes	11m,00 × 31m,00 =	403m,00
Aile gauche	14m,00 × 31m,00 =	400m,34
Buffet	17m,75 × 7m,60 =	133m,00
Salon	4m,40 × 6m,00 =	26m,00
Buvette	8m,75 × 7m,50 =	65m,00
Cuisine	10m,00 × 5m,25 =	52m,00
Lavoir	4m,20 × 3m,75 =	15m,00
Office	10m,00 × 3m,75 =	37m,00
Lingerie	4m,00 × 3m,00 =	12m,00
Entrée et dégagements		48m,00
Total		588m,00

Table d'hôte		403m,00
Superficie du restaurant		391m,00
Pavillon central	18m,50 × 32m,00 =	592m,00
Porche, vestibules et entrée des salles		180m,00
Salle de bagages et bureaux		108m,00
Bureaux des billets		18m,00
3 bureaux sur la voie		54m,00
2 bureaux sur la cour		24m,00
Escalier, passage et cabinets		122m,00
Total		507m,00
Aile droite. — Superficie totale		434m,00
5 salles d'attente		403m,00

Pavillon de droite. — Superficie totale	448m,00
Sortie et bagages	170m,00
Vestibule	110m,00
5 bureaux	104m,00
Total	384m,00
Logement d'entre-sol	152m,00
— du 1er étage	273m,00
Total	425m,00

d'Épernay telles qu'elles avaient été proposées dans l'origine, parce qu'elles nous paraissent très-satisfaisantes au point de vue du service, exception faite toutefois de l'emplacement choisi pour le bureau des billets qui doit remplacer celui du commissaire de police et *vice versa*. Nous devons faire observer que par raison d'économie la Compagnie supprimant les aménagements pour la sortie des voyageurs, etc., a transformé le bâtiment E en une remise de wagons.

Stations de l'Ouest (section de Cherbourg). — La distribution intérieure du bâtiment principal et des annexes du chemin de l'Ouest (ligne de Cherbourg) est assez satisfaisante. — Elle diffère peu de celle du bâtiment principal des dernières stations du chemin de fer de l'Est.

Nous remarquons seulement :

1° Qu'au chemin de l'Ouest l'escalier conduisant au premier étage n'occupe pas une partie de la façade sur la voie, comme aux chemins de l'Est (station de Meaux) : il est placé du côté du vestibule ;

2° Que le cabinet du commissaire de surveillance, les bureaux pour le télégraphe, etc., etc., sont placés dans un bâtiment annexe, tandis qu'à l'Est ils le sont dans le bâtiment principal ;

3° Que, dans toutes les stations de l'Ouest, quelle que soit la classe à laquelle elles appartiennent, on a établi un *water-closet*, tandis que dans les stations de l'Est on n'en a placé que dans les stations intermédiaires de 1re classe ;

4° Que dans toutes les stations intermédiaires de l'Ouest le *water-closet* est contigu à la salle d'attente des premières, tandis qu'au chemin de l'Est, il est dans les stations de 1re classe, accessible à tous les voyageurs.

La disposition en usage à l'Ouest, pour l'établissement de l'escalier, est incontestablement préférable à celle de la station de Meaux ; aussi a-t-elle été adoptée dans toutes les stations de l'Est construites plus récemment ; telles que les stations de Champigny et de Chelles, et à la station de Luxembourg, dont les plans ont été arrêtés par l'ingénieur en chef, M. Grenier, de concert avec M. Vuigner et nous-même.

Stations hors classe. — La distribution intérieure des bâtiments

des stations hors classe, aussi bien que la disposition des voies de ces stations, se rapproche beaucoup de celle des bâtiments dans les stations extrêmes.

Les stations de Nancy et de Metz (fig. 323) sont de bons modèles de stations de ce genre.

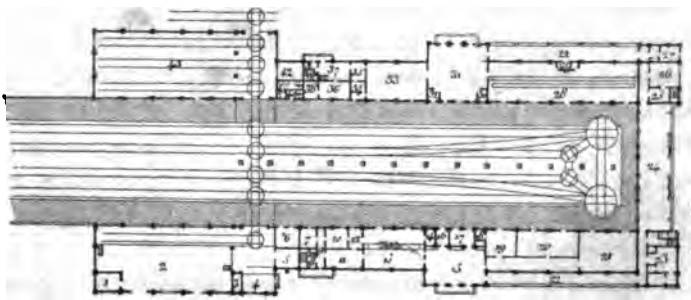


Fig. 323. — Gare de Metz. — Plan du bâtiment des voyageurs.

1 Hommes d'équipe.
2 Quais des messageries.
3 Bureau des messageries.
4 Vestibule des messageries.
5 Bureau restant.
6 Surveillants et gardes-freins.
7 Télégraphe électrique.
8 Escalier du 1er étage.
9 Corridor.
10 Chef de gare.
11 Bureau des réclamations.
12 Sous-chef.
13 Salle d'enregistrement des bagages.
14 Bureau d'enregistrement des bagages.
15 Vestibule d'entrée.
16 Corridor de service de la gare.
17 Distribution des billets.
18 Petit salon et latrines.
19, 20, 21 Salles d'attente { 1re classe. 2e classe. 3e classe.
22 Trottoirs couverts.
23 Logement du concierge.
24 Salle des Pas-Perdus.
25 Cabinet du chef de section.
26 Bureau de la voie.
27 Commissaire de surveillance.
28 Salle de distribution des bagages.
29 Bureau de l'octroi.
30 Bureau sans destination.
31 Vestibule de sortie.
32 Bureau de la poste.
33 Buffet.
34 Petit salon.
35 Office.
36 Buvette.
37 Cuisine.
38 Magasin de l'exploitation.
39 Escalier du 1er étage.
40 Cabinets pour les dames.
41 Cabinets et urinoirs pour les hommes.
42 Lampisterie.
43 Remises des voitures.

Stations intermédiaires allemandes, belges et suisses. — La composition du bâtiment des salles d'attente des stations allemandes, belges et suisses, ainsi que la disposition des différentes pièces renfermées dans ce bâtiment, offre une certaine analogie avec celles des mêmes bâtiments sur les chemins de fer français.

La fig. 324 représente le plan de la station de Gand, l'une des plus importantes des chemins belges; la fig. 325 celle de la station de Vilworde, appartenant aux mêmes chemins; la fig. 326 une des stations de second ordre des chemins de fer badois. Le bâtiment

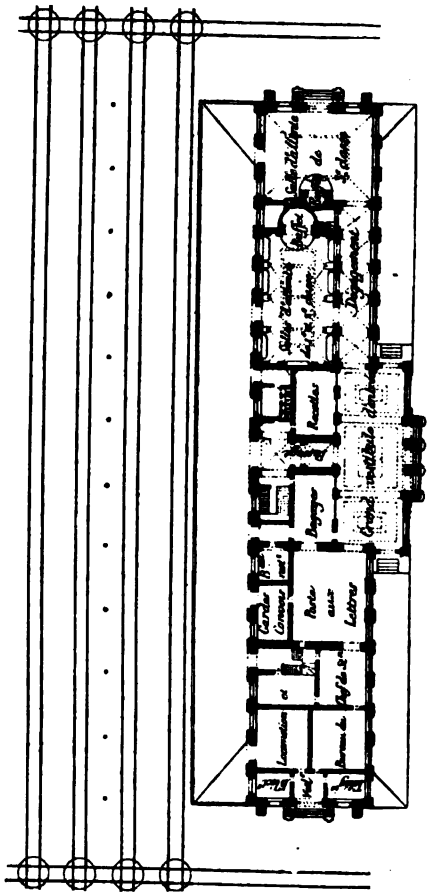


Fig. 324. — Plan du bâtiment des voyageurs de la gare de Gand.

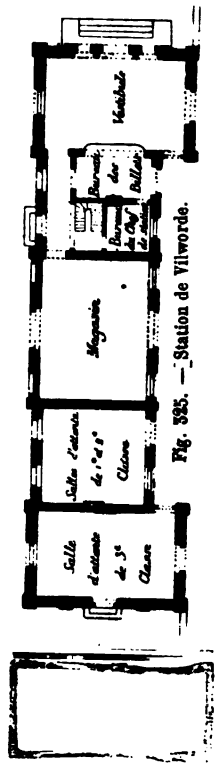


Fig. 325. — Station de Vilworde.

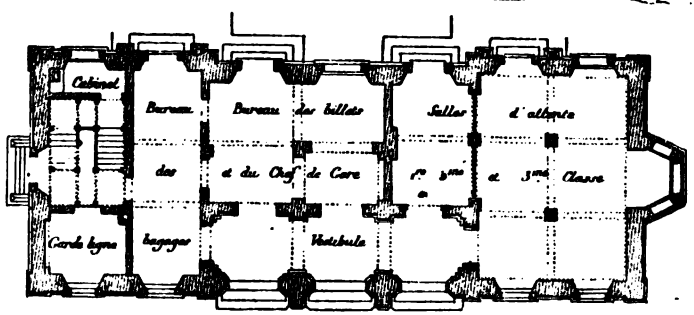


Fig. 326. — Station du second ordre des chemins de fer badois.

de la station badoise est surmonté d'un étage dans toute son étendue. La figure 327, enfin, nous fait connaître la disposition d'une station de 1re classe du chemin de fer central suisse, celle de Herzogenbuchsee.

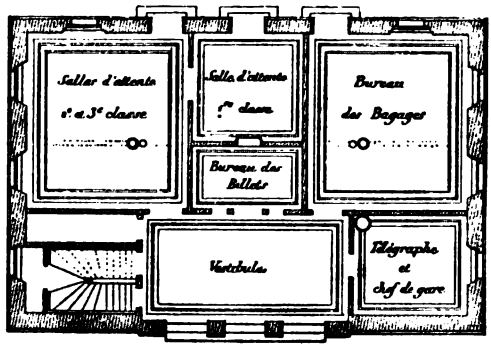


Fig. 327. — Station de Herzogenbuchsee.

Stations en Amérique. — Nous n'avons parlé que de nos chemins de fer d'Europe.

Aux États-Unis, les trottoirs des stations principales des voyageurs se trouvent sous de grandes halles; les salles d'attente, les bureaux et les logements, sont placés sur l'un des côtés. Comme il n'y a qu'une seule classe de voyageurs, divisée en hommes et femmes, il suffit de deux pièces pour salles d'attente, d'une salle de bagages, d'un bureau de distribution de billets et d'un bureau pour le chef de gare; ces pièces sont proportionnées à l'importance de la gare; dans les têtes de lignes, elles sont souvent placées en tête de la gare, ce qui n'est pas commode pour les voyageurs. Au chemin nouvellement construit de Drayton à Hamilton, la halle de la gare de Cincinnati, qui est tête de ligne, a 24m,70 de portée. Les trains partent et arrivent sur une même voie. Il n'y a qu'un seul trottoir de 7 mètres de largeur; sur le milieu de la longueur du trottoir se trouvent les bureaux, disposés comme l'indique le plan ci-joint (fig. 328). La longueur de la halle est de 150 mètres, les fermes sont en bois; elles se composent d'un cintre en arc de cercle de 0m,30 de hauteur sur 0m,21, formé de trois épaisseurs de planches.

Ces cintres sont reliés par un système de croix de Saint-André en fer et en bois. Les fermes sont écartées de 4m,80. Les côtés de la halle sont des arcades de 3m,40 d'ouverture avec trumeaux de 4 mètres.

A Philadelphie, la gare du chemin de Baltimore est une halle dont la couverture est composée de fermes de bois en arc de cercle (fig. 329) de 47m,75 de portée, écartées de 3m,66. Ces fermes, de 0m,80 de hauteur, sont composées de deux arcs en bois cintrés, assemblés au moyen de boulons et de croix de Saint-André; les croisillons ont été taillés avec assez de précision pour donner aux deux longrines qu'ils étaient destinés à relier la forme exacte du cintre voulu, au fur

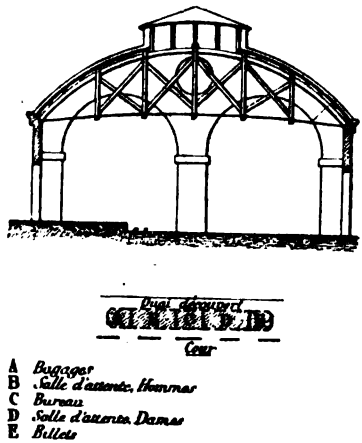


Fig. 328.

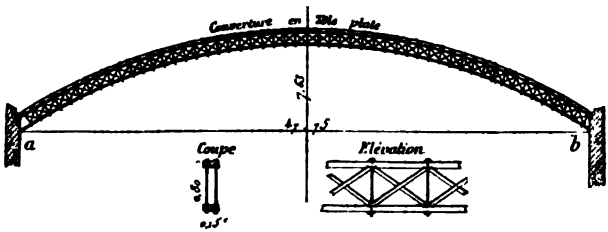


Fig. 329.

et à mesure du placement et du serrage des boulons. Deux tringles *a b* en fer, de 0m,02 de diamètre, s'opposent à la poussée; ces tringles sont soutenues dans leur longueur par cinq fils de fer de très-petit diamètre. Cette charpente, couverte en tôle plate, a coûté 18 francs 14 cent. le mètre superficiel.

Les petites stations de voyageurs ne sont pas couvertes; elles sont entièrement en bois et ont beaucoup de ressemblance avec les stations provisoires que l'on a faites sur la ligne de Strasbourg; au

premier étage logent un ou deux employés. Dans les petites localités, les bâtiments ne contiennent qu'une seule salle d'attente commune (fig. 330), un vestibule, un bureau des billets et le logement du chef de station. Au *chemin de l'Illinois central*, ces bâtiments ont 16 mètres sur 8 mètres.

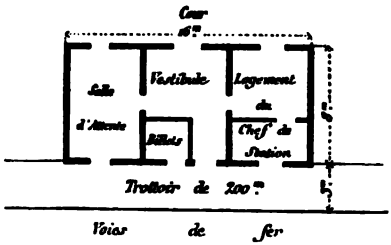


Fig. 330.

Les buffets sont contruits à part; ce sont de grandes tables d'hôte.

Les trottoirs des voyageurs de chaque côté des voies ont 200 mètres de longueur.

Bâtiment des douanes. — Le corps de bâtiment des douanes doit contenir, outre les salles de visite, deux cabinets pour les visites de corps, un bureau pour les employés, un bureau pour leur chef, un corps de garde pour les préposés, un logement pour le receveur, et, quand on le peut, un logement pour le brigadier.

Buffets. — Les salons ou salles à manger des restaurateurs, dans les stations de Wolverton et de Swindon, sur les chemins anglais de Londres à Birmingham et de Londres à Bristol, servent en même temps de salles d'attente. Ils sont très-grands et richement décorés. Ceux de la station de Swindon, placés le long de chaque trottoir, sont immenses et construits avec un luxe admirable.

A Swindon, la table du buffet, établi au milieu, partage le salon en deux compartiments, dont l'un est destiné à recevoir les voyageurs de 1re classe, et l'autre ceux de 2e et de 3e classe. A Wolverton, il y a deux salons distincts, l'un pour la 1re classe et l'autre pour les classes inférieures.

Au chemin de Strasbourg, il y a des buffets de deux ordres qui ne diffèrent entre eux que par leur étendue. Leur distribution est exactement la même quant aux pièces affectées au service des voyageurs. Les dimensions de celles du second type sont seulement un peu plus petites que celles du premier.

Dans les buffets d'une certaine importance, le buffet proprement dit est toujours accompagné d'une buvette.

Disposition des halles à marchandises. — On construit souvent les halles à marchandises dans les stations intermédiaires, comme l'indiquent les figures 331 et 332; les parois et les portes qui servent de fermeture sont alors parfaitement semblables des

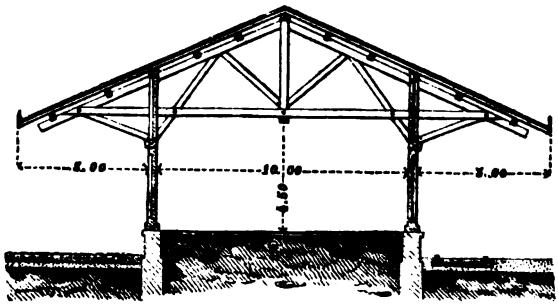


Fig. 331.

deux côtés, tandis que la disposition devrait être différente, puisque l'un des côtés est affecté aux voitures, et l'autre aux wagons.

Dans les halles (fig. 331), les parois et portes qui servent de clôture se trouvent sur les deux revers du quai. Les parois fixes,

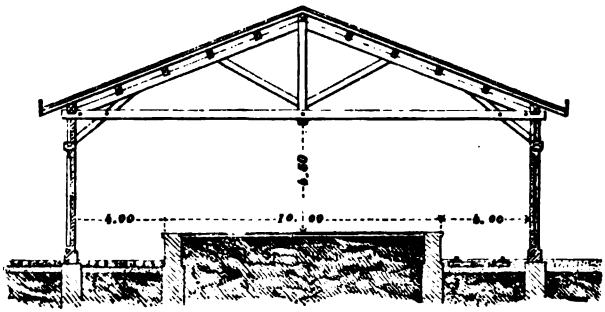


Fig. 332.

occupant alors autant d'espace que les portes vis-à-vis desquelles seulement on peut opérer les chargements et déchargements des wagons, rendent le service de ces wagons fort difficile. Il devient impossible de les mettre à l'abri des soustractions, et la marchandise qu'ils contiennent n'est que très-imparfaitement préservée des

intempéries de l'air. Le service des voitures dans ces halles se fait au contraire dans de très-bonnes conditions. Les manœuvres pour aborder le quai se font aisément sous l'abri entièrement ouvert latéralement dont il est bordé ; et, comme les voitures se chargent ou se déchargent par bout et n'occupent le long du quai qu'un espace dont la longueur de $1^m,20$ est moins grande que celle des portes, les parois fixes ne gênent aucunement. Enfin, les voitures ne séjournant que peu de temps vis-à-vis du quai, il devient inutile de les enfermer pendant la nuit ou de les garantir du mauvais temps.

Le hangar, figure 332, est fermé latéralement de l'un et de l'autre côté au delà de la voie de la chaussée; il est commode pour le service des wagons; mais il l'est très-peu pour celui des voitures.

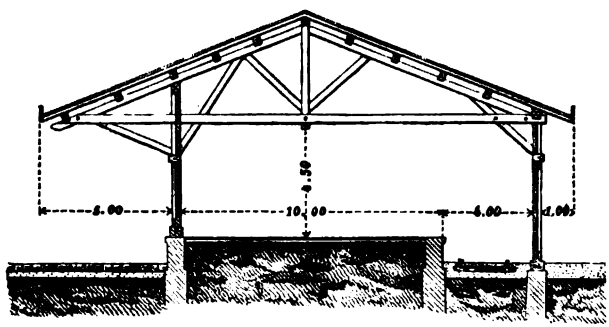


Fig. 333.

On a aussi adopté dans quelques gares un système mixte (fig. 333). Le hangar est alors fermé complétement du côté des wagons, tandis qu'il n'offre, du côté affecté aux voitures, qu'un abri formé par la saillie du toit. C'est ainsi que sont construites les halles des gares de Chaumont et de Langres sur le réseau de l'Est.

Construction des quais à marchandises. — Il est important de porter son attention sur la construction du trottoir; on le pave avec de la pierre ou du bois ; on le planchéie, on le bitume ou on le fait simplement avec du sable bien damé.

Le pavé en pierre, s'il n'est fait avec beaucoup de soin, est inégal à sa surface, ce qui rend la manutention de certaines marchandises difficile, fatigue les colis et leur cause souvent des avaries.

Le pavé en bois est préférable au pavage en pierre, mais il exige un entretien plus coûteux ; les trottoirs en bitume sont quelquefois l'occasion d'avaries assez graves aux marchandises; ils leur communiquent une mauvaise odeur. Au chemin de fer de l'Est, la Compagnie a été obligée de payer des indemnités élevées pour avaries qu'avaient éprouvées des grains déposés sur un trottoir en bitume. Ces trottoirs, en outre, cèdent promptement sous l'action des colis manutentionnés, et leur surface, en hiver, est toujours mouillée.

Les aires en sable ne sont guère usitées que pour les trottoirs découverts où l'on ne dépose que des marchandises de peu de valeur, telles que des fers, des bois, etc.

Distribution d'un dépôt. — Un dépôt doit comprendre : 1° un petit magasin destiné aux matières de consommation courante, telles que huile, suif, chanvre, minium, etc.; 2° un bureau pour le distributeur qui tient la comptabilité du dépôt et délivre les matières autres que le coke; 3° un bureau pour le chef de dépôt; 4° un corps de garde pour les hommes de service, avec un lit de camp et des appareils de chauffage, disposés de manière à sécher les vêtements mouillés; 5° un dortoir pour les mécaniciens et les chauffeurs qui, venant d'autres dépôts, passent la nuit hors de leur résidence, ou pour ceux qui ont besoin de repos après avoir passé la nuit au service et qu'il est souvent utile de ne pas laisser s'éloigner; 6° des lieux d'aisance pour les employés et pour les ouvriers et manœuvres; 7° un logement pour le chef et le sous-chef de dépôt, dont la présence, à toute heure du jour et de la nuit, est nécessaire, afin que le service ne soit jamais en souffrance.

DIMENSIONS DES GARES OU STATIONS.

Nous avons, dans le premier volume (pages 166-172), indiqué la surface occupée par les gares ou stations de chemins de fer dans différents cas.

Il nous reste à faire connaître les dimensions des différentes parties dont elles sont composées. Une grande partie de ces dimensions ont été empruntées aux tableaux du *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*, qu'on pourra consulter à cet égard.

Les gares et stations, sur la plupart de nos chemins de fer, non-seulement sont mal disposées, mais encore les bâtiments, quais, etc., qui en font partie, sont trop petits ou trop grands. Il était très-important de déterminer l'étendue à donner, pour un mouvement connu, à ces éléments de la station. Pour nous en rendre compte, nous avons fait faire un relevé des dimensions de toutes les dépendances d'une partie des gares ou stations du réseau de l'Est, et du mouvement moyen journalier des voyageurs, des bagages et des marchandises, ainsi que du nombre maximum des voyageurs et de la quantité maxima des bagages et des marchandises se présentant dans un moment donné. Nous nous sommes aussi procuré des renseignements semblables sur d'autres chemins de fer français ou étrangers.

Les paragraphes suivants seront le résumé de ces études faites consciencieusement sur un grand nombre de points.

Dimensions d'ensemble.

Gares extrêmes. — Si d'abord nous nous occupons des grandes gares terminales pour voyageurs et marchandises à grande vitesse, et si nous consultons le tableau de leurs dimensions publié dans le *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*, nous ferons les observations suivantes.

Longueur de la gare des voyageurs et des halles couvertes. — 1° Pour trois gares importantes, celles de l'Est, du Nord (ancienne gare [1]) et d'Orléans, la longueur, compte de la grillée qui ferme la cour à la pointe des dernières aiguilles, est de 500 à 565 mètres. Sur deux de ces trois chemins, celui de l'Est et celui du Nord, il se trouve des cours et des bâtiments en tête. La longueur de la cour et des bâtiments est, à l'Est, de 70 mètres, et, au Nord, de 70 mètres également, en sorte qu'il reste pour la longueur de la gare proprement dite 500 mètres à l'Est et 430 mètres au Nord.

Au chemin d'Orléans, il n'y a pas de cour en tête, mais la gare est fermée par un bâtiment dont la limite extrême est à 25 mètres de la tête de la halle, et par une remise de 75 mètres de longueur. Il ne reste donc pour la longueur de la gare que 400 mètres.

[1] Voir plus loin les dimensions de la nouvelle gare.

A Lyon, la gare des voyageurs n'a que 420 mètres de longueur, mais il ne se trouve en tête ni cour ni bâtiment. Une remise placée comme celle d'Orléans a 66 mètres de longueur. Il reste donc pour la longueur de la gare, non compris la remise, 360 mètres.

Ainsi nous avons pour la longueur de la gare proprement dite :

A l'Est.	500	mètres.
Au Nord.	430	—
A Orléans.	400	—
A Lyon.	360	—

La longueur des halles couvertes est de :

A l'Est.	150 mètres.	
Au Nord.	130 —	
A Orléans. . . .	160 —	non compris la remise.
A Lyon.	150 —	non compris la remise.

Surfaces couvertes pour le service des voyageurs. — Les différences qui existent entre les surfaces couvertes, pour le service des voyageurs, ne tiennent pas seulement au plus ou moins d'importance de ce service, mais encore à la destination des locaux et à la disposition des bâtiments.

Ainsi :

1° Les bâtiments de la gare de l'Est et du Nord contiennent les salles et bureaux occupés par l'administration centrale (secrétariat général, comptabilité centrale, etc.), tandis qu'aux chemins de Lyon et d'Orléans ces salles et bureaux ont été placés dans un bâtiment spécial éloigné de la gare.

2° Les bâtiments des chemins de l'Est et du Nord sont généralement à un ou deux étages, ceux des chemins de Lyon et d'Orléans n'ont qu'un rez-de-chaussée. Si l'on eût placé sur ces chemins les bureaux établis dans des bâtiments spéciaux contigus à la gare, à un premier étage, la surface couverte se serait trouvée réduite à :

7,432$^{m^2}$ pour Lyon,
5,000$^{m^2}$ pour le Nord,
7,800$^{m^2}$ pour Orléans.

Les bureaux se trouvant à l'Est au-dessus des salles d'attente ou de bagages, la surface correspondante pour le service du chemin de Strasbourg avec embranchement seulement est de 5,600$^{m^2}$.

3° La petitesse des surfaces couvertes à l'Est et au Nord provient de l'exiguïté des salles de bagages ou des salles d'attente.

4° Les halles couvertes ou marquises intérieures servant au même usage que les halles diffèrent sensiblement de surface aux chemins de l'Est, de Lyon et d'Orléans. On se rend compte de la différence en remarquant que les halles couvertes, aux chemins de Lyon et d'Orléans, comprennent des remises dont les surfaces sont pour Lyon de 2,940$^{m^2}$, et pour Orléans 3,975$^{m^2}$, en sorte que les portions des halles couvertes ou marquises intérieures, consacrées exclusivement au service des voyageurs, sont :

Pour Lyon de.	6,300$^{m^2}$
Orléans.	5,460$^{m^2}$
l'Est.	4,500$^{m^2}$
le Nord.	5,760$^{m^2}$

Surfaces des cours. — Il y a de grandes différences dans les surfaces des cours et trottoirs découverts.

Ces différences s'expliquent de la manière suivante :

A l'Est, la surface se décompose ainsi :

Cour de départ en tête de la gare. . . .	4,050	mètres carrés.
Cour latérale d'arrivée.	2,750	—
Cour latérale au départ, servant de passage pour la ligne de Mulhouse.	2,750	—
TOTAL.	9,550	mètres carrés.

La partie utilisée n'est donc que de 6,800 mètres carrés.

A cette surface des anciennes cours, il y a lieu d'ajouter la nouvelle cour de départ pour la ligne de Mulhouse, soit 1,500 mètres.
et la cour d'arrivée du même chemin. . . . . 1,300 —

Ensemble. . . . . 2,800 mètres.

Desquels il serait juste de retrancher environ la moitié comme passage des voitures faisant le service du camionnage.

A Lyon, où il n'y a pas de trottoirs découverts, elle est de 6,600 mètres carrés.

A Orléans, la surface des cours est de 9,000 mètres carrés.

Cette surface est considérable, mais la cour d'arrivée est immense. Elle occupe à elle seule 6,125 mètres carrés. La cour de départ n'a que 2,400 mètres carrés. Le reste de la surface est affecté à une cour du bâtiment de l'administration.

Au Nord, la surface découverte se divise en :

Trottoirs découverts.	1,500 mètres.
Cour de départ et d'arrivée.	1,600 —

La cour est trop petite.

Surface couverte pour le service de la messagerie. — La surface couverte pour la messagerie à l'Est et à Lyon est à peu près de 2,000 à 2,400 mètres carrés. Au Nord (ancienne gare), elle est plus grande (3,900 mètres); cela tient à l'activité du service. A Orléans, elle n'est que de 1,800 mètres.

Surface couverte pour le service du matériel dans les gares de voyageurs. — A l'Est, le service des locomotives ayant été concentré entièrement à la Villette, on a démoli dans la gare de Paris une demi-rotonde servant au remisage de huit locomotives. On a également démoli une remise de wagons pour en construire à la place une nouvelle de 1,020 mètres.

Au chemin du Nord (ancienne gare), il n'y a dans la gare des voyageurs de remises ni pour wagons ni pour locomotives; mais un certain nombre de wagons se trouvent, partiellement au moins, abrités sous les marquises qui couvrent et débordent les trottoirs de banlieue.

Un réservoir ainsi qu'un petit atelier et des dépendances occupent une surface couverte de 409 mètres.

A Orléans, le remisage se fait comme au Nord, dans les ateliers voisins.

Surface couverte pour le service de la marchandise à petite vitesse. — Le mouvement des marchandises étant par jour[1] :

[1] Ces chiffres ont été relevés il y a déjà quelques années. Ils ont augmenté depuis

	Moyennement.	au maximum.
A l'Est, de.	1,700 tonnes.	2,600 tonnes
Au Nord, de.	2,600	4,500
A Lyon, de.	2,150	3,250
A Orléans, de.	2,000	»

la partie couverte de la gare des marchandises est :

A l'Est, de.	20,000	mètres carrés.
Au Nord, de.	49,000	—
A Lyon, de.	25,000	—
A Orléans, de.	32,000	—

La différence d'étendue entre les surfaces couvertes à l'Est et au Nord s'explique par la différence de mouvement dans les deux gares (1,703 tonnes à l'Est, et 2,617 tonnes au Nord), et par la nature des marchandises manutentionnées.

Toutefois la surface couverte à l'Est est un peu trop faible.

A Orléans, la surface couverte pour les marchandises est plus grande qu'à l'Est, bien que le mouvement diffère peu de celui de l'Est, parce que les marchandises, dans cette gare, sont toutes manutentionnées à couvert. Il n'existe pas de quais découverts.

Surface découverte pour le service des marchandises à petite vitesse. — La grande étendue de la surface découverte pour le service des marchandises à l'Est compense jusqu'à un certain point l'exiguïté de la surface couverte. On pourrait la considérer néanmoins comme excessive, si une grande partie de cette surface ne devait être convertie ultérieurement en halles couvertes pour le service de la ligne de Mulhouse. A Orléans, elle ne dépasse pas 40,000 mètres carrés; au Nord et à Lyon, 18,000 mètres carrés.

Surface des ateliers pour le service du matériel dans les gares de marchandises. — A l'Est, le service du matériel n'occupe dans la gare des marchandises que 22,000 mètres carrés environ de surface couverte et 58,000 de surface découverte (en tout 8 hectares environ), et à Lyon, 20,000 mètres carrés de surface couverte et 85,000 de surface découverte (soit 10 hectares 1/2), tan-

lors dans une proportion plus ou moins forte; mais l'étendue des surfaces couvertes a suivi cette proportion.

dis qu'au Nord la surface couverte des ateliers et remises est de 53,000 mètres carrés, et la surface découverte, 85,000 mètres (ou 13 hectares 8/10), et à Orléans la surface couverte, 26,000 mètres carrés, et la surface découverte, 68,000 mètres carrés (11 hectares 4/10).

La gare des marchandises de l'Est ne contenant pour le service du matériel qu'une grande carrosserie et des remises de locomotives, on conçoit que la partie consacrée à ce service doive occuper un espace moindre que celle consacrée au même service sur les chemins de Lyon, du Nord et d'Orléans, où la gare des marchandises contient les grands ateliers de réparation des locomotives. Mais on s'étonne de ce qu'à Lyon la surface couverte pour le service du matériel ne soit pas plus importante qu'à l'Est, et de ce qu'à Orléans elle soit sensiblement plus petite qu'au Nord. L'espace occupé par le service du matériel à Lyon semble insuffisant. La surface couverte des ateliers d'Épernay, ne comprenant pas de carrosserie, est de 2 hectares environ. Ces ateliers, réunis à la carrosserie de la Villette, dont la surface couverte est de 22,000 mètres, aux ateliers de Montigny, où les bâtiments occupent 15,000 mètres, et au petit atelier de Mulhouse, suffiront pour le réseau de l'Est augmenté de celui des Ardennes. On avait projeté l'établissement d'ateliers à peu près semblables à Mulhouse. On y a renoncé.

La surface couverte des ateliers d'Orléans (25,000 mètres carrés) tient le milieu entre celle des ateliers d'Épernay (21,000 mètres carrés), et celle des ateliers du Nord (54,000 mètres carrés). Elle est faible. La partie consacrée à la carrosserie est surtout insuffisante.

Au Nord, la même surface est considérable, mais sur ce chemin la Compagnie a concentré à Paris la plus grande partie du service de réparation et de construction, tandis que ce service est partagé, sur les chemins de l'Est, entre Épernay, la Villette et Montigny.

Surface occupée par les voies. — La surface occupée par les voies de la gare des marchandises à l'Est, à Lyon et au Nord, n'est jamais moindre de 100,000 mètres carrés, et elle atteint même 148,000 mètres à Lyon. A Orléans, elle approche beaucoup du chiffre de 100,000 mètres.

Magasins. — L'étendue des magasins dépend de l'importance des approvisionnements qu'ils doivent renfermer. Au chemin de Strasbourg, le magasin central, servant aux ateliers de réparation des locomotives d'Épernay, couvre une surface de 1,168 mètres; des galeries règnent alentour à une hauteur de 5^{m},15 au-dessus du sol. La surface du rez-de-chaussée du magasin proprement dit est de 1,168 mètres, celle des galeries, de 98 mètres; les bureaux occupent une surface de 288 mètres. Les logements du garde-magasin et du sous-chef de dépôt sont placés au-dessus des bureaux. Une grande cave existe au-dessous.

A côté du magasin est un hangar pour abriter les approvisionnements de bois; sa surface est de 960 mètres. Ce magasin et ce hangar suffisent largement aux ateliers d'Épernay, dans lesquels il ne faut pas oublier que les locomotives seules sont réparées. La réparation des voitures et wagons se faisant à la Villette, on y a placé un second magasin dont la surface est de 1,527 mètres.

Conséquences tirées de l'étude des dimensions des gares parisiennes. — Il semble que l'on puisse tirer de ce qui précède les conclusions suivantes pour des réseaux comparables à ceux de l'Est, de Lyon, du Nord et d'Orléans, et en ayant égard aux habitudes françaises :

1° La longueur de la gare proprement dite des voyageurs, non compris une cour antérieure et un bâtiment de tête, aurait pour limite inférieure 360 mètres (gare de Lyon), et pour limite supérieure 525 mètres (nouvelle gare du Nord).

Si l'on ajoute une cour antérieure et un bâtiment de tête, elle pourrait dépasser 600 mètres.

Sans cour antérieure, mais avec un bâtiment ou une remise en tête, elle serait de 400 à 525 mètres. La longueur de 400 mètres ne suffirait qu'autant que la remise serait courte et la gare large comme à Lyon.

La longueur des halles couvertes sur les chemins de l'Est, de Lyon et d'Orléans, est de 150 à 160 mètres, et dans la nouvelle gare du Nord de 180 mètres, ce qui permet de placer à couvert un convoi de 18 à 22 voitures. Cette longueur devrait être portée à 200 mètres environ, afin que la longueur du convoi pût atteindre

la limite du convoi réglementaire, celle de 24 voitures. Si dans la nouvelle gare du Nord elle n'est que de 180 mètres, c'est que l'espace manquait.

2° La surface couverte pour le service des voyageurs seulement devrait être de 7,500 mètres au moins pour le bâtiment et de 6,500 mètres pour la halle, non compris les remises contiguës, comme au chemin de Lyon, pour des chemins placés dans les mêmes conditions que ceux de l'Est, de Lyon et d'Orléans. La surface des bâtiments dépasse 8,000 mètres au chemin du Nord, où l'activité du service est plus grande encore que sur les chemins précédents.

Les surfaces couvertes correspondantes à l'Est sont trop faibles.

3° La surface découverte des cours ne devrait pas être moindre de 6,500 à 7,000 mètres carrés, soit de 3,000 à 3,500 mètres pour chacune des cours d'arrivée et de départ. Si au chemin d'Orléans la cour d'arrivée est d'une grandeur excessive, celle de départ est trop petite. Il en est de même dans la nouvelle gare du Nord.

4° La surface couverte pour le service de la messagerie, ainsi que la surface découverte, varient entre des limites très-écartées, suivant l'importance du service.

5° La surface couverte et la surface découverte pour le service du matériel, dans la gare des voyageurs, sont aussi assez variables, suivant que le dépôt le plus voisin est plus ou moins éloigné.

6° La surface couverte pour le service des marchandises à petite vitesse varierait de 25,000 à 40,000 mètres carrés, suivant l'importance du service et la nature des marchandises manutentionnées.

A l'Est, pour un mouvement journalier de 16,000 tonnes, elle n'est que de 21,000 mètres ; mais elle est insuffisante.

La surface découverte peut se réduire à 17,000 mètres carrés, dont une partie plus ou moins considérable consiste en trottoirs découverts.

Nous conseillerons toutefois d'occuper, s'il est possible, une surface plus grande, afin de faciliter les manœuvres et d'y pouvoir dé-

poser les marchandises encombrantes transportées par la navigation.

7° L'étendue de la surface couverte par de grands ateliers de réparation est assez variable. Une surface de 13 à 14 hectares, comme au Nord, ne semble pas exagérée.

Sur cette surface on ne saurait compter moins de 2 1/2 à 3 hectares de surface couverte.

8° La surface occupée par les voies dans les gares de marchandises varierait entre 100,000 et 150,000 mètres carrés.

Nouvelle gare à voyageurs du Nord. — La nouvelle gare à voyageurs du Nord est beaucoup plus vaste que l'ancienne. Elle peut servir de type pour un chemin où les services des transports à grande distance et de la banlieue sont l'un et l'autre d'une extrême activité. Nous aurions pu, en en indiquant les dimensions, supprimer ce que nous avons dit de l'ancienne dans les éditions précédentes. Nous l'avons conservé toutefois, pour qu'on puisse se rendre compte des modifications auxquelles l'expérience a conduit dans l'étude de la nouvelle gare.

Le projet définitif de la gare, côté des arrivées, n'étant pas encore arrêté complétement, les chiffres que nous fournissons sont déduits d'un projet qui peut être modifié. Il est toutefois probable que le nouveau projet se rapprochera beaucoup de l'ancien.

La surface totale des terrains occupés par la Compagnie à Paris, est de. . . . . 10 h. 81 a. 60 c.

Si l'on en déduit la surface occupée par les bureaux et logements, qui est de. .	28 a. 20 c.	57 a. 60 c.
et celle destinée aux écuries et au service des omnibus spéciaux. . .	29 a. 40 c.	
il reste pour la gare proprement dite.		10 h. 24 a. 00 c.

La longueur totale, comptée de la façade extérieure du bâtiment de tête à la pointe des dernières aiguilles, est de 525 mètres environ.

La Compagnie n'étant pas encore fixée sur la disposition définitive des voies, ce chiffre pourrait subir quelques modifications, mais entre des limites fort peu éloignées.

La longueur de la halle couverte est de 180 mètres.

La surface totale de la gare se subdivise de la manière suivante :

Service du matériel.	0 h.	69 a.	87 c.
Service international (petite vitesse).	1	34	47
Service du lait et de la marée (grande vitesse).	0	88	16
Cours pour voyageurs et messageries.	1	72	46
Quai des chaises de poste.	0	8	64
Bâtiments de la gare des voyageurs, compris ceux pour la messagerie.	2	93	0
Service international (grande vitesse).	0	23	40
Voies de la gare des voyageurs et messageries.	2	34	0
TOTAL.	10 h.	24 a.	0 c.

On remarquera qu'il a été installé dans la nouvelle gare du Nord certains services, tels que le service international (petite vitesse) et le service du lait et de la marée, qui n'ont pas d'analogues dans les autres gares.

La surface indiquée pour le service du matériel ne saurait être parfaitement exacte. L'organisation de ce service n'est pas encore arrêtée. On ignore encore s'il y aura des ateliers, et par conséquent une partie couverte,

Le service international (petite vitesse) comprend des voies, des surfaces pavées et des halles à marchandises. Les surfaces se répartissent comme suit :

Voies.		50 a. 47 c.	1 h. 34 a. 47 c.
Pavage découvert. .	29 a. 70 c.	41 00	
— couvert. . .	11 30		
Surface intérieure des halles. . .		43 00	

Le service du lait et de la marée se fait entièrement à découvert. La surface qu'il occupe se décompose de la manière suivante :

Voies.	49 a. 61 c.	88 a. 16 c.
Pavage.	35 00	
Quai découvert pour la marée.	3 55	

Les cours pour le service des voyageurs couvrent une surface de 86 ares 06 cent., se subdivisant de la manière suivante :

Départ. Partie couverte. . .	2 a. 60 c.	26 a. 06 c.	86 a. 06 c.
Partie découverte. .	23 46		
Arrivée. Partie couverte. .	13 a. 65 c.	60 00	
Partie découverte.	46 35		

1,575 mètres carrés, affectés à des services divers, se subdivisent comme suit :

Bureaux pour le chef de gare et le personnel de la gare.	200^{m2}	1,375^{m2}
Pour les omnibus spéciaux.	65	
Pour le commissaire de police.	50	
— de surveillance.	80	
Pour les postes.	130	
Pour le service du télégraphe.	105	
Pour les concierges, au départ et à l'arrivée. .	120	
Pour les cabinets d'aisances publics et privés au départ et à l'arrivée.	218	
Pour escaliers et dégagements.	407	

Un entre-sol, occupé par différents services, comprend :

Un bureau pour la fabrication des billets. . . .	185^{m2}	1,118^{m2}
Des bureaux pour l'éclairage.	101	
Un magasin des imprimés.	280	
Des archives pour les messageries.	90	
Un local pour le service des postes comme au rez-de-chaussée.	130	
Un local pour le service médical au-dessus du télégraphe.	105	
Dégagements et logement de concierge. . . .	227	

Une partie de la surface du sous-sol, également occupée par différents services, contient :

Un local pour le petit matériel de l'exploitation.		324^{m2}	1,622^{m2}
Pour le petit entretien des voitures.		243	
Pour le service de l'éclairage.	297^{m2}	450	
— des chauffrettes. . . .	153		
Pour le personnel des trains, graisseurs, conducteurs, hommes d'équipe.		344	
Un dégagement.		261	

On remarque que les salles d'attente de la nouvelle ligne sont plus de quatre fois aussi grandes que celles de l'ancienne, qui, du reste, étaient très-faibles, et que la surface de celles de l'Est, les plus grandes des autres lignes, n'est pas le tiers de la leur.

Les salles de bagages, au départ, sont à peu près deux fois aussi grandes que celles du chemin de Lyon, les plus grandes de celles des autres chemins parisiens. A l'arrivée, elles sont presque le triple de celles de Lyon, également plus grandes que les salles des autres chemins parisiens.

Les bâtiments pour le service des messageries, au départ et à l'arrivée, sont également beaucoup plus grands que sur les autres lignes, ainsi que les cours consacrées à ce service.

Le vestibule est presque double de celui du chemin de Lyon, qui est cependant de très-grande dimension.

La grande halle, enfin, beaucoup plus large, si ce n'est beaucoup plus longue, couvre aussi une surface bien supérieure à celle occupée par les halles des autres chemins.

La cour de départ seule est de dimensions insuffisantes. La surface n'est que de 2,606 mètres, tandis que celle de la gare de l'Est est de 4,050 mètres.

La partie du bâtiment consacrée au service des voyageurs et des bagages, dont la surface est de 8,270 mètres carrés, renferme :

Au départ :

Un vestibule mesurant.		1,190^{m2}	4,386^{m2}
Un bureau pour les billets.		100	
Un passage du vestibule aux salles d'attente. .		144	
Des salles d'attente pour la grande ligne, mesurant.	1,369^{m2}	1,780	
Des salles d'attente pour la banlieue.	411		
Des salles de bagages pour la grande ligne.	1,040^{m2}	1,172	
Des salles de bagages pour la banlieue.	132		

A l'arrivée :

Des salons d'attente pour les voyageurs, mesurant.	438^{m2}	585^{m2}	3,884^{m2}
Pour le public.	147		
Des salles de bagages, se subdivisant en :			
Bureaux, mesurant.	392^{m2}	3,004	
Salle de visite de l'octroi.	1,525		
— de la douane. . . .	1,087		
Un passage pour la sortie et un vestibule. . .		295	

La halle couverte, mesurant 1 hect. 53 ares 25 cent., se subdivise en :

Nef centrale, dont la surface est de. . .	1 hect. 27 ares 80 cent.
Petites nefs latérales.	25 45

La partie du bâtiment consacrée au service de la messagerie, mesurant 4,330 mètres carrés, renferme :

Au départ :

Des bureaux, dont la surface est de.	300^{m2}	1,910^{m2}
Une halle.	1,610	

A l'arrivée :

Des bureaux.	420^{m2}	2,420^{m2}
Une halle.	2,000	

Les cours pour le service de la messagerie mesurent 86 ares 40 cent. Cette surface se décompose comme suit :

Départ. Partie couverte. . .	2 a. 00 c.	27 a. 90 c.		86 a. 40 c.
Partie découverte. .	25 90			
Arrivée. Partie couverte. .	9 a. 80 c.	58 50		
Partie découverte.	48 70			

La partie découverte couvre donc une surface de 8,440 mètres carrés.

La surface couverte pour le service de la messagerie et de la douane, au départ et à l'arrivée, est de 4,330 mètres carrés.

Dimensions des gares de voyageurs des chemins anglais, à Londres[1]. — Les gares de tête des lignes importantes d'Angleterre offrent dans quelques-unes de leurs parties des proportions

[1] Les renseignements sur les gares anglaises nous ont été fournis par MM. Grenier et Guillaume, ingénieurs au chemin de fer de l'Est.

d'une grandeur tout à fait remarquable, et qui même quelquefois paraissent exagérées si on les compare à celles des gares de même importance, reconnues suffisantes dans d'autres pays. Les halles couvertes surtout sont fort belles et réunissent une grande largeur à une grande longueur.

Ainsi, à la gare du Great-Northern, à Londres, il y a 14 voies de fer sous la halle, outre les quais de départ et d'arrivée et une rue couverte occupant, du côté de l'arrivée, toute la longueur de la halle ; cette longueur n'est pas de moins de 260 mètres.

Au Great-Western, la largeur de la halle est de 90 mètres ; elle recouvre dix voies de fer, un quai de départ de plus de 8 mètres, un quai d'arrivée de 15 mètres, deux quais d'entrevoie, l'un de $7^{m},50$ du côté du départ, et l'autre de $6^{m},50$ du côté de l'arrivée ; enfin, une rue couverte de $13^{m},50$ du côté de l'arrivée ; la halle proprement dite a 214 mètres de longueur et est prolongée par une remise de wagons de 66 mètres.

A Birmingham, à la gare de London and North-Western, la halle a une largeur de 70 mètres *sans supports intermédiaires*, et une longueur de 280 mètres ; elle couvre 9 voies de fer, 4 quais de voyageurs et une rue pour les voitures. Cette gare est à la fois une gare intermédiaire et une gare de tête de ligne ; aussi certaines voies principales la traversent dans toute sa longueur, tandis que d'autres s'y terminent en cul-de-sac. Tous les quais sont réunis par une passerelle à laquelle de larges escaliers donnent accès.

A Wolwerhampton, la gare du Great-Western présente les mêmes dispositions, mais sur de moins larges proportions ; néanmoins la largeur de la halle est encore de 38 mètres sans points d'appui intermédiaires, et la longueur de 200 mètres. C'est une gare d'embranchement dont les voies sont à trois rails pour correspondre à la fois à la voie ordinaire de $1^{m},50$ et à la voie large de la ligne principale du Great-Western.

La gare du chemin de fer de Lancashire et de Yorkshire, à Liverpool, présente l'exemple d'une gare où le service se fait en tête. La halle, d'une longueur de 290 mètres et d'une largeur de 45 mètres sans points d'appui intermédiaires, recouvre trois quais de longueurs et de largeurs inégales, qui aboutissent à une large plate-

forme placée en tête de la gare et où se fait le service des bagages; cette disposition est motivée par le grand nombre de trains de banlieue qui partent de Liverpool dans cette direction.

Le quai intermédiaire, affecté spécialement au départ, a 160 mètres de longueur sur 5^{m},80 de largeur. Les deux quais extrêmes ont une largeur de 4 mètres; l'un d'eux a 93 mètres de longueur et sert de quai de départ; l'autre, de 235 mètres, est le quai unique d'arrivée; ce dernier borde une rue de 12 mètres, réservée pour les voitures sous la halle.

Gares des chemins Great-Western et Great-Northern. — Nous n'avons pu nous procurer des renseignements complets que sur deux des grandes gares anglaises, celle du Great-Western et celle du Great-Northern, à Londres.

La surface des bâtiments consacrés aux voyageurs, est

Au chemin Great-Western, de 8,846 mètres carrés;

Au Great-Northern, de 3,270 mètres carrés.

Pour obtenir la surface de la partie couverte employée pour le service sur ces deux lignes, il faut déduire des surfaces totales celle des deux hôtels garnis que contiennent ces bâtiments.

La surface de l'hôtel du Great-Western est de 1,460 mètres;

Celle du Great-Northern, de 864 mètres.

Il reste ainsi pour la surface des bureaux, salles d'attente, etc., non compris les locaux affectés à l'administration, locaux qui se trouvent à un premier étage ou dans un bâtiment spécial :

Au Great-Western, 7,385 mètres;

Au Great-Northern, 2,406 mètres.

En étudiant ces données et celles fournies par les tableaux du *Portefeuille*, on remarque :

1° Que la longueur des gares anglaises, à voyageurs, diffère peu de celle de nos gares françaises;

2° Que la surface totale de ces gares est inférieure à celle de la plupart des gares françaises;

3° Que celle des bâtiments, non compris les hôtels, est, pour le Great-Northern, beaucoup plus petite que la surface correspondante sur les chemins français, mais qu'au Great-Western elle est plus grande qu'aux chemins de l'Est et du Nord;

4° Que la surface des halles est beaucoup plus grande que sur les chemins de fer français, en y comprenant même la nouvelle halle du Nord; 25,000 mètres carrés au Great-Western pour les halles et cours; 20,500 au Great-Northern; sur les chemins français, de 3,000 à 9,000 mètres carrés pour les chemins de l'Est, Orléans et Lyon, et 15,000 mètres carrés pour le chemin du Nord (nouvelle gare);

5° Que la surface des cours couvertes est considérable.

Le peu de surface des bâtiments sur le Great-Northern et la grandeur de l'espace couvert par les halles tiennent, d'une part, aux usages anglais, bien différents des nôtres, et, d'autre part, au grand nombre de voies placées entre les trottoirs.

On sait qu'en Angleterre les salles d'attente sont très-petites, et que le public passe immédiatement sur le trottoir ou dans les voitures. On sait aussi que les bagages n'y sont pas visités, comme en France, au moment de l'arrivée.

La surface des bâtiments, au Great-Western, est exceptionnelle, comme la plupart des dimensions de ce chemin. Cette surface, sur les autres lignes anglaises, se rapproche surtout de celle du Great-Northern.

L'usage de couvrir les cours où stationnent les voitures est général dans les grandes gares anglaises; il est à désirer qu'il se répande également sur le continent.

Dimensions des grandes gares de marchandises en Angleterre. — Les grandes gares de marchandises, en Angleterre, présentent des proportions différentes de celles généralement adoptées en France : elles occupent moins de surface, en proportion du trafic, et le service y est concentré dans un plus petit nombre de bâtiments; souvent un seul hangar, couvrant les quais de départ et d'arrivée, et un magasin adjacent suffisent pour des gares très-importantes.

Si nous recherchons la cause de ce fait, nous la trouvons :

1° Dans les habitudes du commerce, qui ne sont pas les mêmes dans les deux pays. En Angleterre, en effet, la livraison des marchandises a lieu, généralement, sans aucun délai; celles qui, exceptionnellement, doivent rester plus d'un jour dans la gare, sont enlevées des quais et emmagasinées; en un mot, les marchandises

n'encombrent pas les quais de déchargement. En France, au contraire, les négociants laissent généralement séjourner leurs marchandises dans les gares, et, comme il n'existe pas de magasin à proximité des quais, il en résulte un encombrement qui oblige à augmenter outre mesure la surface couverte.

2° Dans le mode de construction des magasins où se fait, en Angleterre, la manutention des marchandises, ces magasins, où elles sont quelquefois conservées, sont souvent à plusieurs étages. Au North-Western, on en trouve qui ont jusqu'à six étages. Les colis sont alors montés d'un étage à l'autre au moyen de machines à vapeur et de machines hydrauliques ou grues automatiques.

3° Dans cette autre circonstance que la plupart des marchandises que nous manutentionnons à découvert sur nos chemins français, et qui restent longtemps en dépôt, sont, en Angleterre, transportées par les voies navigables. Aussi remarque-t-on que la totalité des trottoirs dans les gares anglaises de Londres est couverte. Le service des bestiaux même, qui, en Angleterre, a une grande importance, n'exige pas de quai découvert. Il se fait sur une voie spéciale qui conduit jusqu'au marché.

4° Enfin, dans la bonne disposition de quelques-unes de ces gares.

Toutes les gares de marchandises que nous avons visitées en Angleterre appartiennent au type parallèle : quelques-unes cependant présentent une disposition qu'on pourrait appeler mixte, et qui consiste en un quai très-large, coupé de distance en distance par des entailles où sont posées des voies transversales reliées par des plaques tournantes aux voies longitudinales. Ce dernier système réunit les avantages des deux autres, en ce qu'il permet un certain classement des marchandises, sans nécessiter de longues manœuvres à bras ; on le trouve appliqué dans les gares de Bricklayer's arms et de South-Coats, à Londres, dans celle de North-Western, à Liverpool, etc.

Généralement, dans les gares importantes, le service de départ et celui d'arrivée se font sur des quais différents ; cependant, dans les deux premières des trois gares que nous venons de citer, il n'y a qu'un seul quai qui sert aux arrivages pendant la nuit, et aux ex-

péditions pendant le jour; mais, quel que soit son avantage au point de vue des manœuvres de wagons vides, cette disposition donne nécessairement lieu à quelque confusion quand elle est appliquée à des gares d'une aussi grande importance.

La division du service en départ et arrivée est presque partout la seule admise; le classement des marchandises par nature, provenance ou destination, n'est employé que dans peu de cas, et seulement sur les quais d'arrivage; quand un classement quelconque est adopté, la disposition mixte, que nous avons indiquée plus haut, est considérée comme la meilleure.

Les quais d'expédition et ceux d'arrivage sont presque toujours placés, de part et d'autre, le long des voies longitudinales, de façon à réduire, autant que possible, les manœuvres de wagons vides; nous citerons les gares du Great-Western et du Great-Northern, à Londres, et celle du North-Western, à Liverpool, comme se rattachant à ce type.

Le tonnage moyen, par mètre carré de quai et par jour dans les gares anglaises, est de $0^t,327$.

Le tonnage moyen, par mètre carré de surface couverte et par jour, est de $0^t,093$.

Dans quatre de ces gares, celles de chemins Great-Western, Great-Northen, Eastern-Counties et London, et North-Western, le service se fait avec une très-grande rapidité et ponctualité au moyen de machines; dans les deux autres gares, le service se fait à bras d'hommes, comme dans nos gares françaises.

La gare du North-Western, à Liverpool, est l'une des plus parfaites. Cette gare, dont la superficie dépasse à peine un hectare, et qui reçoit et expédie, en moyenne, 1,500 tonneaux de marchandises par jour, est entièrement couverte sur toute sa largeur et sur la plus grande partie de sa longueur; tout le mouvement se fait sur deux quais: l'un pour les expéditions, l'autre pour les arrivages, placés de chaque côté des six voies longitudinales.

La plate-forme de la gare est en déblai et à un niveau inférieur à celui des rues qui la limitent; on a tiré un heureux parti de cette position en établissant les quais à la même hauteur que les rues; les voitures arrivent directement sur les quais, auxquels on donne,

en conséquence, une largeur exceptionnelle ; cette largeur est de 25 mètres pour le quai des expéditions, et de 21 mètres pour le quai des arrivages ; celui-ci est dans le système mixte, et il est surmonté d'un vaste magasin à deux étages.

Le mouvement journalier des marchandises de toute sorte est :

Sur le Great-Western, de 1,000 tonnes.

Le mouvement des houilles, qui, dans cette gare, ne comprend que les arrivages pour le commerce de détails, ne s'élève, en moyenne, par jour, qu'à 400 tonnes.

Sur le Great-Northern, le mouvement des marchandises diverses est de 880 tonnes.

Celui des charbons de terre est beaucoup plus important dans cette gare que dans les autres gares de Londres, il atteint 2,023 tonnes.

Nous ne connaissons pas le mouvement des matériaux de construction, auquel sont affectés un bassin et quelques quais découverts. Ces quais sont loués par des particuliers, et doivent être considérés comme des gares spéciales raccordées avec les chemins de fer ; les halles à pommes de terre sont dans le même cas.

Gares extrêmes du Nord et du Midi à Bruxelles. — Les gares extrêmes des chemins belges à Bruxelles, celles du Nord et du Midi, couvrent un espace beaucoup moins grand que les gares parisiennes (6 hectares pour les gares de voyageurs et marchandises au Nord, 4 hectares et demi au Midi).

Cela tient :

1° A ce que le mouvement y est bien moindre que dans ces dernières : ainsi le mouvement journalier moyen des voyageurs partants, dans la gare du Nord, n'est que de 1,467, et dans celle du Midi de 838 ; tandis que dans nos gares parisiennes il varie de 1,742 (chemin de l'Est), à 3,750 (chemin du Nord). Celui des marchandises, départ et arrivée, est, dans la gare du Nord belge (Allée-Verte), de 508 tonnes, dans celle du Midi de 218 tonnes, lorsque, aux chemins du Nord, d'Orléans, de l'Est et de Lyon, il n'est pas moindre de 1,700 tonnes (chemin de l'Est), et s'élève jusqu'à 2,000 tonnes (chemin du Nord) ;

2° A ce que les marchandises ne séjournent qu'exceptionnelle-

ment dans les gares. Le plus souvent les usines étant reliées au chemin de fer par des voies particulières, le chargement des matières ou marchandises encombrantes s'y fait sur le lieu même de l'expédition. Par la même raison, les marchandises arrivant sont de suite, soit par des voies dont il a été question ci-dessus, soit, par des voitures recevant immédiatement leur chargement du wagon, expédiées aux destinataires. La manutention s'y fait plutôt à découvert que sous des halles spéciales. Dans certaines gares, cependant, celle de l'Allée-Verte, par exemple, et dans la gare d'Anvers, dont nous parlerons plus loin, une partie des opérations a lieu dans une grande cour couverte, bordée de quais. Une autre partie a lieu à ciel ouvert. Les produits du pays, (fers, fontes, bois et charbons) sont, la plupart, de nature à être manutentionnés a découvert; souvent même on les laisse séjourner dans les wagons sur les voies de service.

La surface des bâtiments de la gare du Nord, à Bruxelles, est sensiblement moins grande que celle du bâtiment le plus petit des gares de Paris (Nord), et cependant ces bâtiments sont, en partie, consacrés à des services autres que celui des chemins de fer, tels que le service de la direction des postes et le service de la télégraphie.

Cette exiguïté relative des bâtiments de la gare du Nord, à Bruxelles, s'explique aisément :

1° Le mouvement des voyageurs y est moins grand que dans les gares françaises ;

2° Le service ne s'y fait point de la même manière : les voyageurs ne séjournent pas dans les salles d'attente; ils circulent sur le quai ou montent dans les wagons, comme en Angleterre. La visite des bagages ne s'y fait pas dans des salles spéciales, comme à Paris. Elle a lieu simplement sur le quai.

La longueur des gares belges est en général un peu plus grande que celle de nos chemins parisiens.

La halle couverte du chemin du Nord belge est d'une grande beauté. Sa surface est presque égale à celle de la halle du chemin de l'Est. Le nombre des voies couvertes est de sept. Sa longueur (108 mètres) serait insuffisante pour des trains de 24 voitures.

Il n'existe aucune cour pour la gare des voyageurs. Le service se

fait, soit au départ, soit à l'arrivée, entièrement sur la voie publique.

Stations intermédiaires, hors classe et d'embranchements. — Lorsqu'on jette un coup d'œil sur les dimensions des stations intermédiaires ou des stations terminales autres que celles des grandes gares placées à Paris, à Londres ou à Bruxelles, on trouve de si grandes différences dans les dimensions de chacune des parties des stations, qu'il semble que la connaissance de ces dimensions ne peut conduire à aucune conclusion utile; cette observation s'applique surtout aux stations hors ligne. Si toutefois on se livre à une étude plus approfondie de ces tableaux, on parvient à des analogies qui ne sont pas sans intérêt pour les ingénieurs appelés à établir ou à vérifier les devis des lignes à construire.

C'est ce que nous allons prouver. Parlons d'abord des gares hors ligne, terminales ou d'embranchement.

Le mouvement des voyageurs et des marchandises dans les gares intermédiaires hors ligne, terminales et d'embranchement, est ordinairement beaucoup plus grand que dans les autres stations. Il approche quelquefois de celui des gares extrêmes à Paris. Dans ces gares souvent on trouve non-seulement de grands bâtiments pour le service des voyageurs, mais encore des halles très-vastes pour celui des marchandises, des buffets et des ateliers de réparation. Certaines gares terminales, comme celle de Dunkerque, diffèrent peu pour l'importance des stations intermédiaires de 1re classe, et plusieurs gares d'embranchement, comme celle de Juvisy, pourraient être classées, si l'on n'avait égard qu'au mouvement, parmi les stations de 2e classe. Aussi la surface occupée varie-t-elle entre 4 et 28 hectares.

Sur trente-cinq gares ou stations, cinq occupent une surface de 15 à 28 hectares environ, neuf de 10 à 13 hectares, quatre de 8 à 8 hectares et demi, quatre de 7 à 7 hectares et demi, six de 6 à 6 hectares et demi, sept de 5 à 5 hectares et demi, quatre de 4 à 4 hectares et demi et trois de 3 à 3 hectares et demi.

La plus grande de toutes est celle de Pesth, occupant 28 hectares environ.

Gare de Pesth. — La gare de Pesth est une des plus grandes gares d'Allemagne. Le mouvement des voyageurs y est considé-

rable (951 voyageurs par jour en moyenne). Celui des marchandises y est relativement plus grand encore. Il n'y a parmi les gares de cette catégorie que celle de Lyon-Vaise où le chiffre de l'un et de l'autre mouvement soit plus élevé.

Le service du matériel joue aussi, à Pesth, un rôle important : on a établi près de cette ville de grands ateliers équivalent pour la surface à ceux d'Orléans. Ce service occupe à lui seul 6 hectares.

Le service des marchandises occupe 9 hectares. Enfin il y a 4 hectares environ d'inutilisés. Le mouvement des marchandises est de près de 800 tonnes par jour.

La surface couverte des bâtiments pour le service des voyageurs, 1,620 mètres carrés, est loin d'atteindre, par ses dimensions, celle de la gare de Lyon, 3,050 mètres carrés; mais elle est déjà considérable, puisque, à 100 mètres près, elle est la même que celle des bâtiments de la gare de Nancy, 1,730 mètres carrés. Ces bâtiments répondent parfaitement à tous les besoins de l'exploitation.

Gare de Valenciennes. — La gare de Valenciennes vient immédiatement après celle de Pesth dans l'ordre de grandeur.

Le mouvement des voyageurs, et même celui des marchandises dans cette gare, est cependant inférieur aux mouvements correspondants dans d'autres gares que nous avons classées également parmi les gares hors ligne. Ainsi le mouvement moyen journalier des voyageurs étant, à Valenciennes, de 293, est, à Lyon-Vaise, de 1,271; à Strasbourg, de 769; à Bordeaux, de 724; à Lille, de 1,500; à Anvers, de 716; à Bruges, de 348; à Stuttgart, de 700, etc., etc. Celui des marchandises étant, à Valenciennes, de 197 tonnes, est, à Mons, de 1,576; à Lyon-Vaise, de 927 tonnes; à Nancy, de 683; et à Bordeaux, de 627. Si la surface occupée par la gare de Valenciennes est aussi grande, cela tient surtout à l'immense surface couverte par les voies, surface qui, sur 20 hectares, en occupe à elle seule 16 1/2. Remarquons aussi que 1 hectare 1/2 environ est resté inutilisé, en sorte que la surface réelle n'est que de 18 hectares 1/2.

La proximité de la frontière belge donne à la gare de Valenciennes une grande importance. Le développement considérable des voies, qui occupent une surface de 164,345$^{m^2}$, tient : 1° à ce que

c'est une gare de rebroussement; 2° à ce que tous les trains y sont décomposés et visités.

Les bâtiments pour le service des voyageurs de la station de Valenciennes, mesurant une surface de 1,330 mètres carrés, contiennent une grande salle pour la visite de la douane, et des salles d'attente double d'assez grandes dimensions.

Gare de Vaise à Lyon. — La gare de Vaise, bien que nous l'ayons placée sur le même tableau que celles d'Orléans, de Tours, de Bordeaux, de Strasbourg, de Metz et de Nancy, aurait pu figurer aussi, eu égard à son importance, sur celui des gares parisiennes. Les bâtiments pour le service des voyageurs y approchent, pour la grandeur, de ceux du Nord et de l'Est à Paris; leur surface est de 3,050 mètres.

Les trottoirs couverts y occupent une plus grande étendue de terrain que ceux de la gare de l'Est. Quant aux parties couvertes et découvertes affectées au service de la marchandise, elles sont sensiblement inférieures en grandeur aux parties correspondantes des gares parisiennes. Mais elles sont beaucoup plus grandes que celles des stations de Metz, Nancy et Strasbourg.

Gare de Malines. — La gare de Malines est, comme celle de Valenciennes, une gare exceptionnelle qui n'est comparable à aucune de celles dont nous avons parlé. C'est la gare où passent tous les voyageurs qui circulent dans le nord de la Belgique; ils ne s'y arrêtent souvent que pour changer de voiture, sans entrer dans les salles d'attente. Aussi le bâtiment des salles d'attente n'y est-il pas beaucoup plus grand que celui des stations intermédiaires de 1re classe de nos chemins français, telle que Tonnerre, Meaux, etc., etc. : sa surface est de 550m². Le mouvement des marchandises dans cette gare, malgré sa grande surface, y est aussi assez peu important (94 tonnes par jour); mais ce qui la distingue de la plupart des autres stations hors ligne, c'est le grand espace occupé pour le service du matériel (ateliers et remises), espace qui est d'environ 8 hectares. Déduisant les 8 hectares de la surface totale 16 hectares, il ne reste que 8 hectares pour les autres services. De ces 8 hectares, 6 sont occupés par les voies.

Gares de Tours, Orléans, etc. — Les gares de Tours, Orléans,

Bordeaux, Nantes, Angers, se trouvent dans les conditions normales de gares qui desservent des villes de premier ordre; aussi la surface qu'elles occupent ne varie-t-elle qu'entre les limites peu étendues de 10 1/2 à 13 hectares.

Les surfaces couvertes pour le service des voyageurs dans une partie de ces gares paraissent trop grandes pour le mouvement indiqué. A Nantes, par exemple, où le mouvement journalier moyen est de 218 voyageurs, cette surface est de 1,200 mètres plus grande qu'à Nancy, où le mouvement est de 559 voyageurs. Cela tient à ce que les grandes gares du chemin d'Orléans à Bordeaux ont été construites sur le même type et avec un certain luxe, sans trop se préoccuper de la circulation actuelle et en ayant égard au développement futur de cette circulation. On conçoit d'ailleurs que la gare qui dessert une ville comme Bordeaux doit être établie avec des proportions un peu exceptionnelles. Nous ferons observer aussi que la gare de Tours est une gare où s'embranchent trois chemins : celui de Paris à Tours, celui de Tours à Bordeaux et celui de Tours à Nantes.

Gare de Nancy. — La gare de Nancy n'est pas une gare d'embranchement, comme on pourrait le supposer. C'est à Frouard (8 kilomètres de Nancy) que l'embranchement de Metz vient se souder au chemin de Paris à Strasbourg.

La gare de Nancy, toute vaste qu'elle est (11 hectares), ne se trouve pas encore tout à fait suffisante pour satisfaire aux exigences du service des voyageurs. La Compagnie est en marché, en ce moment, pour des terrains dont l'acquisition l'accroîtrait d'un hectare environ.

Le bâtiment des voyageurs de la gare de Nancy laisse peu à désirer, quant à son étendue. Sa surface, 1,730 mètres carrés, est plus que le quadruple des stations intermédiaires de première classe, telles que les stations de Meaux, etc. Il contient un vaste buffet (340 mètres), des salles de bagages et de messagerie qui n'ont pas moins de 504 mètres de surface, et des salles d'attente, couloirs pour voyageurs, bureaux des employés, etc., qui occupent un espace de 886 mètres.

La surface couverte pour la manutention des marchandises est

en rapport avec l'importance et la nature du mouvement (683 tonnes en moyenne par jour).

Le service du matériel occupe aussi, dans cette gare, une surface couverte importante, 5,000 mètres.

Gares d'Épernay, Montereau, Troyes, Creil et Blesmes. — La gare d'Épernay est une gare d'embranchement comparable à celles de Montereau, de Troyes, de Creil et de Blesmes. Sa surface totale est de 10 hectares. Si on en déduit un hectare environ inutilisé, elle est d'un hectare et demi plus grande que celle de Montereau, et de deux ou deux et demi hectares plus grande que celles de Troyes et de Blesmes. Cette différence tient à ce que la station d'Épernay renferme de vastes ateliers qui n'existent pas dans les autres stations d'embranchement. La différence serait même plus grande si la nature du service, dans ces dernières stations, n'eût obligé d'augmenter le développement des voies beaucoup plus qu'à Épernay.

Toutes ces stations, celle de Blesmes exceptée, contiennent ou contiendront de grands buffets. Le buffet d'Épernay est surtout de dimension considérable (470 mètres); ce qui explique comment il se fait que la surface couverte pour le service des voyageurs y est plus grande qu'à Montereau, bien que le mouvement des voyageurs partant ou arrivant n'y ait pas la même importance.

Si l'on compare les surfaces couvertes pour le service des voyageurs, abstraction faite des buffets à Montereau, Troyes et Épernay, on trouve sur les plans :

Pour Épernay.	445 mètres.
Pour Troyes.	480 —
Pour Montereau.	645 —

La surface totale des quatre gares de Montereau, Troyes, Blesmes et Creil, ne varie que de 6 à 7 hectares 1/2.

Si on leur a donné une aussi grande étendue, cela tient surtout à la nécessité d'y placer un grand développement de voies, car, à Montereau, les voies occupent plus des trois quarts de la surface totale; à Troyes, plus de la moitié; à Creil, les deux tiers, et à Blesmes, environ moitié.

Si, à Épernay, la surface occupée par les voies est beaucoup plus petite, il faut l'attribuer à ce que l'embranchement de Reims ne se soude à la ligne principale qu'à une certaine distance d'Épernay, hors de la gare. On doit d'ailleurs poser prochainement dans cette gare de nouvelles voies.

Des gares d'embranchement susnommées, Troyes est la plus importante pour le mouvement des marchandises; Épernay, pour celui des voyageurs.

La surface couverte pour le service des marchandises à Troyes est plus que le triple de la surface correspondante sur les chemins de Montereau et d'Épernay; mais le mouvement y est aussi beaucoup plus grand.

La gare de Troyes, dans l'origine, ne servait qu'à l'embranchement de Troyes. Elle est devenue l'une des gares les plus importantes du chemin de Mulhouse, et le point de jonction du chemin de Bar-sur-Seine. Les dimensions que nous avons indiquées sont celles de la gare agrandie de manière à satisfaire aux besoins du nouveau service.

Gare d'Ulm. — La gare d'Ulm est une gare d'embranchement comme celles d'Épernay et de Troyes, où les chemins de Munich à Stuttgart et de Stuttgart au lac de Constance viennent se réunir. Aussi, sur les 8 hectares qui forment la surface de cette gare, plus de 4 sont-ils occupés par les voies.

Dans cette gare, la surface occupée par les voies est égale à la moitié de la surface totale.

Ajoutons que la gare d'Ulm se trouve dans une enceinte fortifiée, que le bâtiment des voyageurs contient un petit buffet, et qu'on y a établi un petit atelier. Les ateliers principaux des chemins wurtembergeois sont à Esslingen.

Gare de Strasbourg. — La gare de Strasbourg, dont la surface est de près de 7 hectares, est trop petite eu égard à son importance; mais le prix excessif des terrains dans l'enceinte d'une place forte rendait son agrandissement très-difficile. Le service des voyageurs y est très-gêné, celui des marchandises n'y a lieu que pour les marchandises partant de Strasbourg ou expédiées à cette destination. Les marchandises de passage sont manutentionnées dans un

local distinct au dehors. Le service du matériel y est devenu impossible et a dû être rejeté en partie en dehors de la gare, comme celui des marchandises. Le bâtiment des voyageurs est assez grand, la surface est de 900 mètres. Il contient les salles d'attente, les bureaux, un buffet, etc.

Gare de Metz. — La gare de Metz est plus petite que celle de Nancy, mais le mouvement des voyageurs et des marchandises y est aussi plus faible, et elle se trouve placée dans le voisinage d'une place forte, sur un terrain où il était difficile de l'agrandir.

Le bâtiment des voyageurs, couvrant une surface de 1,440 mètres carrés, est presque le quadruple de celui de Meaux, quoique le mouvement des voyageurs n'y soit pas beaucoup plus grand : cela tient à ce que ce bâtiment contient une salle spéciale pour la messagerie, un assez grand buffet, un grand vestibule et une grande salle de distribution des bagages à l'arrivée, qui n'existent pas à Meaux.

Cette gare est une gare de rebroussement.

Gare de Lille. — A Lille la surface du bâtiment des voyageurs est considérable (1,425 mètres carrés) : cela tient au service très-actif de la banlieue qui s'y fait concurremment avec le service à grande distance des chemins qui s'y réunissent.

Gare de Boulogne. — A Boulogne, les bâtiments pour le service des voyageurs sont plus vastes qu'à Nancy : leur surface est de 2,125 mètres carrés; mais ils contiennent indépendamment des salles d'attente pour voyageurs et de leurs dépendances, une salle de visite et un buffet.

Gare de Stuttgart. — Stuttgart vient après Boulogne pour la surface couverte consacrée au service des voyageurs (1,760 mètres carrés); les bâtiments y sont exactement de même grandeur qu'à Nancy.

Les salles d'attente sont très-vastes, et le bâtiment renferme, indépendamment de ces salles, un grand buffet. Une partie de l'administration est placée dans le bâtiment principal, au premier étage, et une autre partie dans un bâtiment voisin.

Gare de Calais. — Le bâtiment des voyageurs à Calais contient : des salles d'attente, petites à la vérité, mais bien disposées, avec un salon spécialement affecté aux dames; une salle pour la visite des

bagages, à l'arrivée; une salle de douane, un bureau de passeports, un bureau de police, et un assez grand buffet.

Le service des bagages au départ se fait sous la halle, ainsi que la distribution des billets.

Gare de Juvisy. — Juvisy est, comme Troyes et Montereau, une gare d'embranchement; mais c'est une gare d'embranchement du dernier ordre, car la surface occupée par cette gare n'est que de 4 hectares, dont 3 sont inutilisés. Le mouvement des voyageurs et celui des marchandises surtout y sont très-faibles.

Comparaison au point de vue des voyageurs et du matériel. — Si, après avoir étudié les stations ou les gares au point de vue de la surface couverte des bâtiments pour le service des voyageurs, nous comparons la surface couverte par les halles à voyageurs, marquises et abris, nous ferons remarquer que la gare de Lyon-Vaise est celle où cette surface couverte est la plus grande (5,400 mètres carrés); que, pour Lille et Blesmes, elle est de 4,000 à 4,500 mètres carrés; que pour sept autres villes du premier ordre, Stuttgart, Bordeaux, Tours, Gand, Strasbourg, Anvers et Nantes, elle varie de 3,000 à 4,000 mètres carrés; qu'elle varie de 2,500 à 2,600 mètres carrés pour des villes moins grandes, Ulm, Poitiers, Nancy; de 1,300 à 2,100 pour des villes moins importantes encore, le Guétin, Metz, Boulogne, Creil, Douai, Valenciennes, Nevers et Saint-Germain-les-Fossés; et qu'enfin elle ne dépasse pas 300 mètres carrés à Épernay, Troyes et Ostende.

Nous voyons aussi que c'est surtout dans les gares d'embranchement, comme Montereau et Troyes, que la surface occupée par les voies est considérable (40,000 et 60,000 mètres carrés); dans celles de rebroussement, comme celle de Valenciennes (164,000 mètres carrés), ou dans quelques gares exceptionnelles, comme Lyon-Vaise (137,000 mètres carrés); Poitiers (67,000 mètres carrés); Bordeaux, Stuttgart, Nantes, Tours, Malines (40,000, 50,000 et 60,000 mètres carrés).

La place réservée au matériel est, par sa nature, très-variable. Elle n'est considérable que dans les gares où se font les grandes réparations, telles que celles de Malines (70,000 mètres carrés) et d'Épernay (60,000 mètres carrés).

Comparaison au point de vue des marchandises. — Nous n'avons jusqu'à présent comparé les gares susdésignées qu'au point de vue du service des voyageurs et du matériel. Si on étudie celui des marchandises à petite vitesse, on trouve que la proportion de la surface couverte varie, à quelque exception près, entre les limites assez écartées de 5 et 20, et le plus souvent de 10 à 15 seulement, le nombre de mètres carrés de cette surface étant de 5 à 20 fois celui des tonnes de marchandises manutentionnées.

La proportion de 20 n'est dépassée que pour la gare de Lille, où elle atteint le chiffre de 30; et elle n'est inférieure à 5 que dans celle de Mons.

A Lille, ce ne sont pas seulement les trottoirs et les voies latérales qui sont couverts : la toiture des halles s'étend sur toute l'étendue des cours, et encore la surface abritée est-elle insuffisante. Cela s'explique par la nature des marchandises manutentionnées dans cette gare.

On y expédie ou on y reçoit surtout des sucres en sac ou raffinés, du riz, des farines, des grains, du poisson, du lin, du tabac, du guano, des huiles, des alcools, du blanc de céruse.

Le service des marchandises, telles que les pierres, les fers, les bois, etc., ne se fait pas à Lille, mais à Fives, au point de bifurcation des lignes conduisant à Bruxelles, à Paris et à Calais.

Les surfaces couvertes pour le service des marchandises dans les gares belges, celle d'Anvers exceptée, sont généralement petites, eu égard au mouvement, parce que, dans ces gares, la manutention et le transbordement de wagon à l'autre se font généralement à découvert. A Tournai, bien qu'il y ait un certain mouvement de marchandises, il n'existe aucune halle.

A Mons, où le combustible est presque la seule marchandise manutentionnée, la surface couverte pour les marchandises est très-faible.

La différence de 5 à 20 pour la plupart des stations dans lesquelles on reçoit ou on expédie des marchandises de différente nature s'explique quand on se rend compte de l'espace nécessaire pour les manutentionner.

Les quais se trouvent placés entre une voie de fer et une chaus-

sée pavée, qui, l'une et l'autre, sont couvertes, il faut doubler au moins la surface de quai nécessaire pour les marchandises d'espèces différentes. Ainsi la manutention de chaque tonne de coton en balles exigeant 5 mètres environ de quai, il en faut 10 au moins de halle couverte. Et celle d'une tonne de marchandises diverses exigeant 7 mètres de quai, il en faut 14.

Nous avons vu que, dans les grandes gares, où les marchandises sont de natures assez variées et nécessitent pour la plupart une manipulation à couvert, la surface couverte varie de 10 à 20 mètres carrés pour chaque tonne expédiée ou reçue. Dans certaines gares anglaises, les marchandises stationnant moins longtemps sur les quais, elle est de 10 mètres carrés.

Dans les stations intermédiaires, où elle descend au-dessous de 10 mètres carrés par tonne, il faut admettre qu'une partie notable des marchandises est manutentionnée à découvert, vu qu'elle est insuffisante.

Telles sont, par exemple, les stations de Château-Thierry, de Raab, etc.

Stations intermédiaires de première classe. — Les stations intermédiaires que nous rangeons dans les premières classes occupent un espace qui varie de 2 à 9 hectares, s'élevant dans un seul cas au-dessus de 7 hectares et descendant rarement au-dessous de 2 hectares.

Nous avons déjà indiqué, page 172 du premier volume, la surface du bâtiment des voyageurs des stations intermédiaires de 1re classe.

Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur ces dimensions.

Surfaces couvertes par les marquises. — Les marquises, dans les stations intermédiaires de 1re classe, sont beaucoup moins longues et larges que dans celles des gares hors classe. Leur surface ne s'élève que tout à fait exceptionnellement à 3,000 mètres à Arras et à 1,800 mètres à Vierzon. A Saint-Quentin, elle est de 1,000 mètres, à Meaux et à Châlons-sur-Marne, où les deux trottoirs sont couverts sur toute leur largeur et sur une longueur de 100 mètres, cette surface est de 800 mètres. En général, elle est moins grande, et nous la considérons comme insuffisante.

Surface occupée par les voies. — La surface occupée par les

diaires de 2e classe occupent une surface de terrain qui dépasse peu 2 1/2 hectares.

La surface du bâtiment des voyageurs varie de 275 à 330 mètres carrés.

On s'étonnera de ce que la surface couverte soit aussi peu proportionnée au mouvement des voyageurs. Ainsi on remarquera qu'à Lérouville le mouvement quotidien des voyageurs n'étant que de 23, tandis qu'il est de 118 à Lagny, la surface du bâtiment est de 275 mètres carrés, tandis qu'elle n'est à Lagny que de 55 mètres carrés plus grande.

Cela tient à une erreur commise dans l'appréciation du nombre probable des voyageurs, au moment où l'on a construit la station de Lérouville.

La même observation s'applique aussi à la station de Commercy.

Stations intermédiaires de 3e classe. — Le mouvement moyen des voyageurs dans les stations de 3e classe est ordinairement d'environ 100 voyageurs par jour, mouvement déjà assez important.

Le mouvement des marchandises y a généralement beaucoup moins d'importance que celui des voyageurs.

La surface totale de la gare est de 1 1/2 à 2 hectares environ.

La surface couverte, pour les voyageurs, est d'environ 200 mètres carrés.

La surface consacrée au service du matériel est nulle ou très-petite.

Stations intermédiaires de 4e classe. — L'espace occupé par les stations intermédiaires du dernier ordre dépassant bien rarement 1 hectare, la surface couverte par le bâtiment des voyageurs n'est généralement pas supérieure à 100 mètres carrés.

Il se trouve, sur le chemin de Strasbourg, plusieurs stations du dernier ordre de plus grandes dimensions; mais cela provient d'une fausse appréciation faite, dans l'origine, de leur importance.

L'espace occupé par le service des marchandises dans ces stations est nul ou à peu près.

Au chemin de l'Est, l'expérience a conduit à augmenter les dimensions du bâtiment des voyageurs pour ces stations du dernier

ordre. On a porté la surface à 100 mètres carrés au moins. Le service se fait cependant passablement dans les stations actuelles.

Les données qui précèdent sur les dimensions des bâtiments des stations intermédiaires, aussi bien que sur celles de la gare tout entière, se trouvent résumées pages 171 et 172 du premier volume.

Dimensions de détail.

A ces considérations générales sur les dimensions des bâtiments, marquises, etc., dans les stations, nous joindrons des détails sur les dimensions des différentes parties de ces dépendances de la gare : salles d'attente, salles de bagages, etc.

Nous parlerons d'abord des stations extrêmes.

Gares extrêmes. — Les vestibules qui précèdent les bureaux de distribution des billets doivent, si le public ne peut s'abriter sous des galeries au dehors, être assez vastes pour contenir le plus grand nombre de voyageurs qui puisse, dans un moment donné, se présenter pour obtenir des places, ainsi que leur famille et les amis qui les accompagnent.

Les dimensions du vestibule du chemin de Versailles (rive droite), à Versailles (336 mètres carrés), satisfont bien à ces conditions.

Celles du vestibule de la gare de la rue Saint-Lazare (380 mètres carrés) paraissaient rigoureusement suffisantes pour le service des trois chemins de Saint-Germain, Versailles (rive droite) et Rouen; mais, par suite de l'extension du service sur le réseau de l'Ouest, on a jugé convenable de l'agrandir et d'y juxtaposer un nouveau vestibule, consacré au service des chemins de Normandie, et un autre pour la ligne de Versailles et d'Auteuil. Le nouveau vestibule pour les lignes de Normandie a 1,500 mètres carrés; celui pour les lignes de Versailles et d'Auteuil, 270 mètres carrés.

Le vestibule du chemin de fer du Nord (ancienne gare) enfin, qui a 520 mètres carrés de surface, déduction faite de la partie consacrée à la sortie des voyageurs, et celui du chemin de Strasbourg à Paris, qui a 434 mètres carrés, paraissaient être de grandeur très-convenable pour des lignes de première importance. Celui de Lyon, cependant, est plus grand encore, sa surface est de

630 mètres carrés, et celle du vestibule de la nouvelle gare du Nord 1,190 mètres.

Lorsque la queue peut se former sous un péristyle au dehors, on doit retrancher de la surface du vestibule, calculée suivant la règle que nous venons de donner, celle du péristyle.

On trouvera plus loin des indications relatives aux dimensions des salles d'attente, des bureaux pour la distribution des billets, bureaux du chef de gare, du commissaire de surveillance, etc., dans les stations intermédiaires. Ces indications peuvent s'appliquer aussi aux gares extrêmes, en faisant remarquer toutefois que l'importance du service dans les gares extrêmes motive des dimensions un peu plus grandes, surtout pour les bureaux de distribution des billets.

Les salles de bagages doivent être le plus vastes possible, afin que la manutention s'y fasse commodément. Quelquefois, les départs de deux trains étant très-rapprochés, la manutention des bagages qu'ils doivent transporter doit se faire presque au même moment. Si la totalité de ces bagages devait être déposée en même temps dans la salle, il faudrait donner à cette salle une énorme surface; mais on emmène ordinairement et on charge dans le wagon à bagages les colis aussitôt qu'ils ont été pesés, de sorte qu'une partie seulement reste en dépôt. Ce n'est qu'en procédant de cette manière que l'on parvient à faire le service dans les salles des bagages, au départ, du chemin de Strasbourg, bien que la surface de ces salles trop petites ne soit que de 127 mètres carrés environ, les tables de réception n'ayant que 20 mètres de longueur. La quantité maxima de bagages chargés dans deux trains qui se suivent à une demi-heure de distance a été, sur ce chemin, de 400 et quelques colis. Les dimensions de la salle des bagages, au départ, du chemin de Lyon satisfont beaucoup mieux aux exigences du service d'une grande ligne. Cette salle a 580 mètres de surface. Dans la nouvelle gare du Nord, les dimensions de cette salle atteignent 1,040 mètres.

Les salles de bagages à l'arrivée, celle surtout où se fait la visite de l'octroi, doivent être plus grandes que celles destinées au départ.

Nous avons parlé plus haut de la disposition des salles de bagages et messageries; les tableaux suivants indiquent leurs dimensions sur différents chemins.

DIMENSIONS DES SALLES DE BAGAGES AU DÉPART.

	NORD.		LYON.		ORLÉANS.		EST.		OUEST.	
	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.	m	m. q.
Longueur des tables...	96.70	»	42,70	»	30,30	»	20,10	»	29,99	»
Largeur *Id.*	0,80	»	0,80	»	0,95	»	1,00	»	1,00	»
Surface.....	»	77,36	»	34,16	»	28,70	»	20,10	»	29,90
Surface des bureaux	»	21,06	»	26,18	»	105,97	»	14,40	»	13,12
Espace des voyageurs.....	»		»		»		»		»	
Largeur.....	»		4,60	»	4 et 2,25	»	4,35	»	3.85	»
Longueur	»		49,20	»	39,45	»	»		36,00	»
Surface.....	»	468,54	»	226,32	»	136,88	»	45.75	»	138,60
Espace de la Compagnie.....	»		»		»		»		»	
Largeur.....	»		4,30	»	4,10 et 2,60	»	3,10	»	1,15	»
Surface.....	»	160,13	»	282,43	»	178,23	»	46,50	»	34,38
Salle des bagages.....	»		»		»		»		»	
Longueur	23,80	»	59,70	»	49,70	»	15,00	»	36,00	»
Largeur....	30,55	»	9 70	»	9,05	»	8,45	»	6.00	»
Surface totale.....	»	729,09	»	579,09	»	449,78	»	126,75	»	216,00

DIMENSIONS DES SALLES DE BAGAGES A L'ARRIVÉE.

	NORD		LYON.		ORLÉANS.		EST.		OUEST.	
	m.	m. q.	m.	m. q	m	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.
Salle des bagages.....	»		»		»		»		»	
Longueur.....	65,70	»	69.60	»	66.00	»	68,00	»	25,20	»
Largeur	9,85 et 14	»	10,95	»	12.00	»	6,90	»	16,30	»
Surface.....	»	753,15	»	762,12	»	792,00	»	469,20	»	410,76
Longueur des tables..	131,40	»	139,20	»	132,00	»	136,00	»	87,30	»
Largeur	0,70	»	0,80	»	0,70	»	0,80	»	0,09	»
Surface.....	»	82,00	»	111,36	»	92,14	»	108,80	»	78,57
Largeur entre les deux.....	1,00	»	0,75	»	0,95	»	0,80	»	1,10	»
» pour la Compagnie..	1,60	»	1,60	»	2,10	»	0,80	»	3,12 (moy.)	»
» pour les voyageurs...	5,50 (moyenne)	»	6,00	»	7,55	»	3,70	»	4,18	»
» pour fosses à wagons.	3,40	»		»		»		»		»
Surface pour la Compagnie.....	»	170,82	»	163.56	»	201,56	»	108,80	»	262.95
» pour les voyageurs.....	»	350,75	»	417,60	»	498,30	»	251,60	»	75,24
Salle d'attente.....	»		»		»		»		»	
Longueur.....	»		29,40	»	19,00	»	59,60	»	16,20	»
Largeur	»		15,10	»	12,00	»	4,20	»	3,60	»
Surface.....	»		»	443,94	»	228.00	»	247,80	»	58,32
Surface de la fosse.....	»	223,38		»		»		»		»
Total pour l'arrivée...	»			»		»		»		»
Longueur	65,70	»	99,00	»	85,00	»	68,00	»	28,80	»
Largeur.....	9,85 et 14	»	10,95 et 15,10	»	12,00	»	6,90 et 11,10	»	16,30	»
Surface totale	»	753,15	»	1206,06	»	1020,00	»	716,80	»	469.08

DIMENSIONS DES SALLES DE MESSAGERIES AU DÉPART.

	NORD.		LYON.		ORLÉANS.		EST.	
	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.
Longueur des tables.	»		12,25	»	»		»	
Largeur.....	»		0,80	»	»		»	
Surface.....	»		»	9,80	»		»	
Surface des bureaux.....	»	47,97	»	47,75	»	62,20	»	35,55
» réservée au public.	»	81,00	»		»		»	
» » à la Cie...	»	463,72	»		»		»	
» commune.....	»		»	246,62	»	197,56	»	335,00
» de la Consigne....	»	27,50	»		»		»	
Surface de la Messagerie..	»		»		»		»	
Longueur.....	42,15	»	31,85	»	27,20	»	28,65	»
Largeur.....	16,70 et 10,80	»	9,55	»	9,55	»	15,00 et 7,60	»
Surface totale.....	»	620,19	»	304,17	»	259,76	»	370,55

DIMENSIONS DES SALLES DE MESSAGERIES A L'ARRIVÉE.

	NORD.		LYON.		ORLÉANS.		EST.	
	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.	m.	m. q.
Surface des bureaux.....	»	194,54	»	54,75	»	48,00	»	61,09
» commune.....	»	147,96	»	269,37	»	18,00	»	223,76
» de la Consigne....	»		»		»		»	44,64
Longueur.....	25,00	»	29,60	»	5,50	»	20,10	»
Largeur.....	13,70	»	10,75	»	12,00	»	14,90	»
Surface totale.....	»	342,50	»	324,12	»	66,00	»	329,49

DIMENSIONS DES SALLES DE DOUANE.

	NORD.		LYON.		ORLÉANS.		EST.	
SALLE D'ATTENTE :	m.	m. q.					m.	m. q.
Longueur.....	22,30	»	»		»		10,30	»
Largeur.....	9,20	»	»		»		3,85	»
Surface.....	»	205,16	»		»		»	39,66
TABLES :								
Longueur.....	73,00	»	»		»		30,95	»
Largeur.....	1,00	»	»		»		0,80	»
Surface.....	»	73,00	»		»		»	24,76
Surface des bureaux.....	»	337,17	»		»		»	20,29
» réservée au public.	»	113,57	»		»		»	71,19
» » à la Cie...	»	505,00	»		»		»	221,62
» de la Consigne....	»	124,35	»		»		»	»
SALLE TOTALE :								
Longueur.....	61,80	»	»		»		24,20	»
Largeur.....	22,30	»	»		»		15,60	»
Surface totale.....	»	1378,14	»		»		»	377,52

RÉCAPITULATION.

	NORD.		LYON.		ORLÉANS.		EST.		OUEST.
BAGAGES :	m.	m q.	m.	m. q.	m.	m. q.	m	m. q.	m.
Départ.....	729,09	»	579.09	»	449.78	»	126,75	»	216,00
Arrivée.....	753,15	»	1206.06	»	1020,00	»	716,80	»	469,08
Surface totale..	»	1482,24	»	1785,15	»	1469,78	»	843,55	»
MESSAGERIES :									
Départ.....	620,19	»	304,17	»	259,76	»	370,55	»	»
Arrivée.....	342,50	»	324.12	»	66,00	»	329,49	»	»
Surface totale..	»	962,69	»	628,29	»	325,76	»	700,04	»
DOUANES....	»	1378,14	»		»		»	377,52	»
Surface totale...	3823,07	»	2413,44	»	1795,54	»	1921,11	»	»

COMPARAISON DES SURFACES DE DÉPART ET D'ARRIVÉE.

	NORD.	LYON.	ORLEANS.	EST.	ROUEN Ouest.	OUEST Projet.
	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.
Départ.....	1349,28	883,26	709,54	497,30	216,00	1892,00
Arrivée.....	2473,77	1530,18	1080,00	1423,81	469,08	2080,00

Salles d'attente. — Les dimensions des salles d'attente doivent être en rapport avec le nombre des voyageurs des différentes classes partant par chaque convoi. Lorsque le service se fait comme en France, chacune des salles d'attente doit pouvoir loger à l'aise deux fois au moins le nombre de voyageurs qu'elle est destinée à contenir.

Le rapport entre les nombres de voyageurs de diverses classes sur les différents chemins de fer varie dans des limites très-étendues.

La superficie des salles d'attente pour les trois classes de voyageurs est :

Au chemin	de l'Est, de. . . .	485	mètres.
—	de Lyon, de. . . .	415	—
—	du Nord (anc. gare), de.	365	—
—	d'Orléans, de. . . .	310	—

Le mouvement moyen journalier des voyageurs dans la gare de Paris du chemin de Strasbourg

est	au départ, de. . . .	1,450 voy.
	à l'arrivée, de. . . .	1,527

Le nombre maximum des voyageurs se présentant en même temps pour le départ a été de 1,005.

Pour déterminer l'étendue à donner aux salles servant aux voya-

geurs des différentes classes, il faudrait bien se garder d'établir entre les surfaces de ces salles exactement le même rapport qu'entre les moyennes des voyageurs présumés devoir occuper les voitures de chacune des trois classes. Ce rapport n'est pas toujours le même. Il varie pour les différentes stations, et non-seulement le nombre absolu, mais encore le rapport de ce nombre au nombre total est beaucoup plus grand certains jours de l'année que les autres jours. C'est le nombre maximum qui doit servir à déterminer les dimensions des salles.

Ainsi supposons un chemin sur lequel le nombre moyen des voyageurs de troisième classe partant chaque année d'une des gares extrêmes, soit de 60 pour 100 du nombre total des voyageurs, et dont les convois les plus chargés, les jours de fêtes, soient de 300 personnes; si l'on admettait pour rapport entre le nombre des voyageurs de troisième classe et le nombre total des voyageurs dans un convoi de 300 voyageurs ce rapport moyen de 60 pour 100, il s'ensuivrait que les convois les plus chargés ne porteraient jamais au delà de 180 voyageurs de troisième classe, et que, par conséquent, il suffirait que la salle d'attente en pût renfermer 360. Il arrive cependant que, les jours de certaines fêtes populaires, la proportion des voyageurs de troisième classe augmente sensiblement; il faut donc prévoir cette augmentation.

Sur nos chemins des environs de Paris, le nombre total des voyageurs de différentes classes se trouvant en même temps dans les salles d'attente certains jours, à certaines heures, est énorme.

Ainsi on a vu à Versailles, quelques moments après que les grandes eaux avaient cessé de jouer, la grande salle d'attente du chemin de la rive droite, qui peut contenir plus de 2,500 personnes, entièrement remplie et la foule se presser encore dans le vestibule.

Il partait alors, de demi-heure en demi-heure, des convois qui, composés de 25 à 30 wagons, emportaient jusqu'à 1,200 voyageurs à la fois.

L'espace réservé pour chaque voyageur dans les salles d'attente doit être proportionnellement plus grand pour ceux de première classe que pour ceux de seconde et que pour ceux de troisième.

C'est là encore une circonstance dont il faut tenir compte lorsqu'on calcule les dimensions des compartiments consacrés aux différentes classes.

Quand la gare est en remblai ou sur arcades, les escaliers qui conduisent aux salles d'attente peuvent n'être pas très-larges, puisque les voyageurs montent successivement et en petit nombre après avoir pris leurs billets; mais il n'en est pas de même des escaliers de sortie : ils doivent être très-larges et ne pas être trop roides. Nous conseillons aussi d'établir une main courante dans le milieu, comme on l'a fait au chemin de Saint-Germain.

Bureaux. — Il n'est pas de règle à établir, on le conçoit, pour calculer la dimension des bureaux de l'administration, comme pour déterminer celle des salles d'attente.

Quai à marchandises. — La surface des quais à marchandises peut être calculée d'une manière approximative, au moyen des chiffres suivants :

ÉTAT DES SURFACES

DE QUAI NÉCESSAIRES POUR LE DÉPÔT ET LA MANUTENTION D'UNE TONNE DE CHAQUE NATURE DES MARCHANDISES CI-APRÈS.

NATURE DES MARCHANDISES.	SURFACE PAR TONNE.	OBSERVATIONS.
	mètres.	
Cotons en balles.	5	1° Les fers et fontes doivent être placés d'une manière comptable, c'est-à-dire rangés de telle sorte qu'on puisse compter facilement les barres et sapots de chaque expédition.
Farines et blés en sacs. .	2,50	
Sucre en pains.	8	2° Les surfaces ci-dessus sont applicables aux expéditions comme aux arrivages, à l'exception toutefois des marchandises diverses, pour lesquelles il convient d'ajouter un septième de surface en plus *à l'arrivée*. (Chaque expédition, se trouvant dans cette condition, devant être séparée distinctement de celles qui l'avoisinent, ce qui n'a pas lieu à l'expédition, où les marchandises sont placées par stations destinataires seulement.)
Vins en fûts.	5	
Fers et fontes..	2	
Marchandises diverses de toute espèce et de toute nature.	7	

Dans certains moments, on est conduit par la nécessité à loger

dans un certain espace et à manutentionner dans cet espace une quantité de marchandises beaucoup plus grande que celle indiquée au tableau, en empilant les colis sur une grande hauteur; mais le service se fait alors à grands frais et dans de mauvaises conditions.

Stations intermédiaires. Stations primitives de l'Est. — Au chemin de l'Est, les surfaces des bâtiments des stations intermédiaires construites sur la ligne de Strasbourg par le gouvernement, ou sur l'embranchement de Forbach par la Compagnie, ont des grandeurs très-variables; ces bâtiments toutefois, en exceptant les stations que l'on peut placer hors classe, comme celles de Paris, Strasbourg, Nancy, Metz, Frouard et Forbach, peuvent se rapporter à six types.

Bâtiment. — Le plus grand couvre une superficie de terrain

d'environ.	405	mètres carrés.
Le second	de 260 à 275	—
Le troisième	de 220 à 235	—
Le quatrième.	de 200 à 220	—
Le cinquième.	de 120 à 155	—
Le sixième.	de 85 à 105	—

Les bâtiments des stations des cinq premiers types se composent d'un corps de bâtiment central avec un rez-de-chaussée et un premier étage. C'est au rez-de-chaussée du corps de bâtiment central que sont placés le bureau des billets, le bureau des bagages, la salle d'attente de 1re classe et le vestibule. Le chef de la station loge au premier. Les salles d'attente de 2e et 3e classe, le bureau de la messagerie, le cabinet du chef de station et les autres dépendances se trouvent dans les ailes.

Au premier type appartiennent les stations de Lunéville, Bar-le-Duc et Pont-à-Mousson.

Au second, celles de Toul, Vitry-le-Français, Commercy, Sarrebourg et Lérouville.

Au troisième, celle d'Ars, Brumath, Hochfelden et Novéant.

Au quatrième, les stations de Revigny, Nançois-le-Petit, Sermaize, Héming, Avricourt, Varangeville et Saint-Avold.

Au cinquième, Emberménil, Rosières, Blainville, Marainvillers, Steinbourg, Dettwiller, Mommenheim, Vendenheim, Lutzelbourg, Faulquemont, Foug, etc.

Au sixième et dernier, Peltre, Courcelles, Remilly, Marbache, Hombourg et Cocheren.

Salles d'attente. — La superficie totale des salles d'attente des trois classes du premier type est d'environ. 100 mètres carrés.

Du deuxième type.	80	—
Du troisième type.	60	—
Du quatrième type.	60	—
Du cinquième type.	40	—
Du sixième type.	25	—

Le premier type peut suffire pour un mouvement journalier de 200 voyageurs et pour un nombre maximum de 450 voyageurs se présentant à la fois.

Ce mouvement moyen est celui de la station de Lunéville. Le nombre maximum est aussi celui qui a été fourni par le chef de cette station. 450 voyageurs répartis sur une surface de 100 mètres carrés seraient sans doute fort gênés ; mais, une pareille affluence ne se présentant que tout à fait exceptionnellement dans la belle saison, on peut faire sortir une partie des voyageurs, si ce n'est la totalité, sur le trottoir ; c'est alors qu'il devient avantageux d'établir des marquises couvrant le trottoir dans toute sa largeur et sous lesquelles on peut abriter les voyageurs en les renfermant dans les barrières, si on le juge nécessaire.

Le second type admet un mouvement journalier de 100 voyageurs et un mouvement maximum en un moment donné de 300 comme à Toul.

Le troisième, un mouvement journalier moyen de 90 voyageurs et un mouvement maximum, en un moment donné, de 600 voyageurs, comme à la station d'Ars, mouvement pour lequel les salles d'attente étaient tout à fait insuffisantes.

Le plus grand mouvement moyen journalier et le mouvement maximum en un moment donné pour le quatrième type ont eu lieu dans la station de Varangeville, où la circulation moyenne des voyageurs est de 45 par jour, et où l'on a compté jusqu'à 160 voyageurs à la fois.

Pour le cinquième type, le mouvement moyen journalier des voyageurs varie de 12 à 25 seulement ; le mouvement maximum en

un moment donné est, dans la plupart des stations, de 30 à 40 voyageurs. Dans celle de Dettwiller cependant, il a atteint 80, et dans celle de Vendenheim 106.

Dans les stations du dernier ordre, on ne compte pour le mouvement journalier que de 12 à 20 voyageurs, et le mouvement maximum en un moment donné n'a varié que de 12 à 57. — La salle d'attente, servant pour les trois classes dans les stations dont le bâtiment couvre une surface de 84 mètres carrés, paraît suffisante. La superficie est d'environ 25 mètres; mais le bureau du chef de station, servant à la distribution des billets, et la salle des bagages et messagerie, servant aussi de lampisterie, sont trop petits. En les agrandissant convenablement, on porte la superficie totale de 84 à 108 mètres environ.

Si on admet qu'une partie des voyageurs peut trouver place sur le trottoir, la surface des salles doit être seulement suffisante pour renfermer le nombre que l'on suppose devoir y séjourner, celui, par exemple, qui formera le mouvement maximum en un moment donné en hiver. C'est en partant de cette dernière base qu'on s'est borné à donner aux salles d'attente de la station d'Enghien-Montmorency une surface de $54^{m},30$ carrés.

Le mouvement maximum en un moment donné des voyageurs dans les stations intermédiaires dépend en même temps du nombre des voyageurs qui se présentent pour un train et du nombre des trains qui passent à la même heure ou à une petite distance les uns des autres. Deux trains qui se croisent dans la station passent exactement à la même heure. C'est un cas assez commun. A la station d'Épernay, où le chemin de Reims vient se souder au chemin de Strasbourg, on est souvent obligé de réunir dans une même salle des voyageurs de trois trains.

Lorsqu'on calcule les dimensions des stations, il faut non-seulement avoir égard au mouvement que l'on suppose avoir lieu à l'époque de l'ouverture du chemin, mais encore tenir compte des accroissements de mouvement présumés, ou, mieux encore, il faut s'arranger de manière à pouvoir agrandir les salles d'attente en ajoutant une ou plusieurs travées au bâtiment.

Pavillon central. — Comme il est, en général, excessivement

difficile de se rendre à l'avance un compte exact du mouvement d'une station, ce dernier parti est évidemment le meilleur à prendre pour les salles de bagages et pour les halles à marchandises aussi bien que pour les salles d'attente. Il n'y a que le corps de bâtiment central à deux étages que l'on ne puisse pas agrandir; aussi faut-il s'appliquer à lui donner d'emblée les dimensions convenables. La surface de ce corps de bâtiment central est :

Dans les bâtiments	du premier type, de. . . .	175	mètres.
—	du deuxième type, de. . .	125	
—	du troisième type, de. . . .	97	
—	du quatrième type, de. . .	105	
—	du cinquième type, de.	90 à 105	

La surface couverte par le bâtiment central des quatrième et cinquième types est plus grande que celle couverte par le bâtiment du troisième type, parce que dans les deux derniers types les ailes ont été supprimées.

Bagages et messagerie. — De même que les voyageurs se placent sur le trottoir lorsque la salle d'attente est insuffisante pour les contenir, de même une partie des bagages est déposée sous une marquise ou sous un abri spécial. On doit donc, dans le calcul de la surface à donner aux salles de bagages, avoir égard à cette circonstance.

Ce n'est pas la quantité totale des bagages correspondant à un certain mouvement maximum qui doit être déposée et manutentionnée dans la salle, mais une partie seulement de cette quantité.

Le volume des articles de bagages et de messagerie exerce sans doute plus d'influence encore que le poids sur l'espace qui doit être consacré au service. Les articles messagerie sont généralement moins volumineux que les articles bagages. On peut admettre que le volume des premiers pour un même poids est à peu près moitié du volume des seconds.

Pour nous rendre compte, au moins approximativement, de l'espace nécessaire pour déposer et manutentionner une certaine quantité de bagages et de messagerie, nous avons fait accumuler sur un mètre carré la plus grande quantité de bagages de diverses natures que l'on est dans l'habitude d'y loger, lorsque l'exiguïté

de la salle ne force pas à se gêner, et, sur l'avis qui nous a été donné par les chefs de station les plus expérimentés, nous avons doublé cet espace pour déterminer celui qui est nécessaire à la manutention de ces bagages.

De cette manière, nous avons trouvé que, pour déposer et manutentionner convenablement 1,000 kilogrammes de bagages, il fallait un espace de 20 à 25 mètres carrés, ou, en d'autres termes, qu'on pouvait manutentionner 40 à 50 kilogrammes de bagages par mètre carré.

Dans des cas exceptionnels, on en manutentionne certainement une plus grande quantité, mais alors le service se fait péniblement et chèrement.

Pour les articles messagerie, on réduira de moitié l'espace nécessaire au dépôt.

Ayant ainsi égard au mouvement maximum des bagages et de la messagerie, et supposant qu'une partie peut être déposée sur le trottoir, on a réglé de la manière suivante, sur le chemin de Strasbourg, la surface des salles de bagages et messagerie.

Stations de Bar-le-Duc, de Lunéville et de Pont-à-Mousson (premier type).	63 à 75	mètres carrés.
Stations du deuxième type. . . .	50	—
— troisième type. . . .	25 à 30	—
— quatrième type. . . .	20 à 25	—
— cinquième type. . . .	16 à 25	—
— sixième type.	16	—

Dans les stations des deux premiers types, la manutention des bagages et des articles messagerie se fait souvent dans des compartiments séparés. La division de l'espace entre les diverses natures d'objets a lieu suivant le rapport des quantités transportées existant. Ainsi, lorsque, dans la station de Bar-le-Duc, les deux surfaces pour les bagages et la messagerie sont à peu près égales, la surface réservée à la messagerie à Pont-à-Mousson est moins du tiers de la première. C'est qu'à Pont-à-Mousson l'on charge très-peu d'articles messagerie et beaucoup de bagages, tandis qu'à Bar-le-Duc on charge à peu près quantités égales des uns et des autres.

Dans les stations des quatre derniers types, quelquefois même

dans celles des deux premiers types les bagages et les articles messagerie sont manutentionnés dans une seule et même salle, qui, dans les troisième, quatrième et cinquième types, sert aussi à la distribution des billets; le sixième type comprend encore la lampisterie.

Bureau du chef de station. — Le bureau du chef de station, s'il contient l'appareil pour le télégraphe, n'a pas, dans les stations du premier et du deuxième type, moins de 15 à 16 mètres carrés de surface.

Dans les stations du troisième et du quatrième type, à l'exception d'Ars, on n'a donné au bureau du chef de station que 12 mètres environ. A la station d'Ars, sa superficie est d'environ 20 mètres, mais il sert à la distribution des billets.

Dans les stations du cinquième type, la surface du bureau du chef de station est également de 16 mètres; il sert non-seulement pour le télégraphe, mais encore pour la distribution des billets.

Dans les stations du sixième type enfin, comme dans celles des types précédents, le bureau du chef de station servant à la distribution des billets et au télégraphe a souvent aussi 16 mètres de surface.

Bureaux des billets. — Les locaux spécialement affectés à la distribution des billets ont, dans les stations du premier type, 12 mètres carrés de surface; dans celles du deuxième type, ils ont 10 mètres carrés.

Dans celles du quatrième et du cinquième type, ces locaux n'ont que 5 mètres, mais il faut leur donner de 7 à 8 mètres.

Dans les stations du troisième type, Hochfelden, Brumath, etc., la distribution des billets se fait dans la salle des bagages, dont la surface est de 24 mètres carrés.

On ne comprend un local spécial pour le télégraphe que dans les stations où est placé un employé de l'État. Cet employé couchant dans le cabinet du télégraphe, il faut donner à ce cabinet les mêmes dimensions qu'à celui du chef de gare.

Commissaire de surveillance — Le cabinet du commissaire de surveillance, dans les grandes stations, a également de 15 à 16 mètres carrés de surface.

Vestibule. — La surface du vestibule, dans les stations du premier type, est de. . . . . 50 à 55 mètres carrés.

Dans celles des deuxième, troisième et quatrième types. . . . . 25 à 28

Dans celles du cinquième type. . . 21 à 24

— sixième type. . . . 10

Lampisterie. — La lampisterie, dans les grandes stations, a 16 mètres carrés; dans les stations de deuxième, troisième et quatrième ordre, elle n'a que de 10 à 13 mètres et sert quelquefois de magasin. Dans les stations du dernier ordre, elle est réunie à la salle des bagages et de la messagerie, qui doit avoir 16 mètres de superficie au moins.

Le magasin, quand il en existe un, est à peu près de mêmes dimensions que la lampisterie.

Latrines. — La surface des bâtiments de latrines est, dans les grandes stations, comme Meaux, Château-Thierry, Lunéville, Bar-le-Duc, de 25 à 40 mètres par chaque pavillon.

Dans les stations de moindre importance, où le temps d'arrêt des trains est toujours fort court, elle n'est que de 20 à 25 mètres.

Quais à voyageurs. — La surface des quais pour les voyageurs est, pour les deux côtés de l'arrivée et du départ :

Dans les stations du	premier type.	916 mètres.
—	deuxième type.	886
—	troisième type.	676
—	quatrième type.	705
—	cinquième type.	546
—	sixième type.	740

Les quais ont en longueur 80 ou 100 mètres, et en largeur 3, 4 et 5 mètres dans les stations de banlieue. Ils doivent avoir la longueur d'un train de 24 voitures, soit 180 mètres environ.

Buffets. — Les buffets occupent une surface de 350 mètres pour le premier type et de 280 mètres pour le second.

A Épernay, où s'arrêtent le plus de trains, la surface occupée par le buffet est de 800 mètres environ; la salle pour la table d'hôte a seule près de 400 mètres carrés. Il est vrai qu'elle doit recevoir quelquefois jusqu'à 150 voyageurs.

Les types adoptés pour les stations de l'Est construites par la Compagnie, aux frais de l'État, entre Paris et Vitry, et pour celles du chemin de Paris à Mulhouse, postérieurement aux précédents, diffèrent peu, quant à la grandeur de l'ensemble et des parties, de ces derniers.

Nouveau type de l'Est. — Une étude approfondie des besoins du service a conduit à conserver généralement pour les types de même importance non-seulement la même surface, ou à peu près, pour l'ensemble du bâtiment, mais encore la même étendue pour le bâtiment central, pour les salles d'attente, les salles de bagages, les bureaux du chef de gare et de distribution des billets, etc. On n'a agrandi que le type n° 6, en donnant au bâtiment de 105 à 115 mètres de surface au lieu de 80 ou 85.

Voici du reste les dimensions de ces nouveaux types :

DISTRIBUTION DU BATIMENT.	1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
	m²	m²	m²	m²	m²
Surface totale du bâtiment	448	265	200	155	125
— du pavillon central	175	120	100	96	64
— du vestibule	85	41	28	17	26
— du bureau des billets	16	10	9	10	»
— — du chef de gare	16	18	10	12	9
— — du sous-chef de gare	11	»	»	»	»
— — du télégraphe	14	»	»	»	»
— de la consigne	7	»	»	»	»
— des passages	9	6	6	4	»
— du service des bagages et de la messagerie	53	43	29	15	17
— du magasin	10	8	6	»	7
— du cabinet du commissaire de surveillance	14	»	»	»	»
— du bureau de la voie	13	12	»	12	»
— des salles d'attente. 1re classe	24	18	13	14	8
— des salles d'attente. 2e classe	35	26	42	30	25
— des salles d'attente. 3e classe	46	35			
— des latrines	7	»	»	»	»
— de la lampisterie	13	»	»	»	»

Stations hors classe. — Nous n'avons pas fait mention des stations hors classe, parce que les dimensions de certaines parties de ces stations, telles que les salles d'attente et de bagages, sont très-variables, suivant leur importance. Nous croyons utile cependant de présenter le tableaux suivant de leurs principales dimensions :

DISTRIBUTION DU BATIMENT.	NANCY.	METZ.	FORBACH.	STRASBOURG.
	m²	m²	m²	m²
Vestibules	150 »	93 »	72 »	185 »
Bureaux des billets	11 90	16 »	18 »	33 »
Salles d'attente	260 »	184 »	96 »	218 »
Bureau du chef de gare	23 »	15 »	33 »	25 50
— du sous-chef	12 »	10 50	19 50	25 »
— du commissaire de surveillance	23 »	7 50	13 20	36 »
— — de police	» »	12 50	14 25	36 »
— du télégraphe	23 »	11 »	» »	25 »
Salles de bagages. Arrivée	470 »	180 »	109 »	360 »
Salles de bagages. Départ		100 »	56 50	240 »
Salle de visite ou octroi	12 »	» »	8 50	»
Bureaux de la messagerie. Départ	140 »	455 »	8 50	297 »
Bureaux de la messagerie. Arrivée				160 »
Bureau de la douane	» »	39 »	94 »	37 »
Lampisterie	» »	18 »	13 »	40 »
Latrines	15 »	19 »	31 »	25 »
Buffet et dépendances	270 »	160 »	103 »	235 »

A Metz, la surface des salles d'attente comprend le couloir, qui mesure 37 mètres carrés. La salle de bagages à l'arrivée comprend la salle de visite.

A Forbach, il y a deux bureaux de billets : le bureau français a 9m,60, et le bureau prussien 8m,40; deux bureaux de chef de gare : français, 22 mètres; allemand, 11 mètres. Dans le bureau du sous-chef est le télégraphe. Les bagages français n'ont que 35 mètres de surface au départ.

A Nancy, une immense salle unique sert de salle de bagages et de messagerie, au départ et à l'arrivée. On en a extrait une partie, qui est occupée par les bureaux et le le vestibule de la messagerie, et qui occupe une surface de 140 mètres environ.

On a compté comme vestibule la partie du portique qui est du côté du départ, et une partie de l'espace qui se trouve en avant de la salle à bagages, où les voyageurs circulent quand ils ont pris leurs billets.

Résumé comparatif. — Il était intéressant de comparer les dimensions de nos stations intermédiaires à celles des stations des autres lignes. Les dimensions des stations intermédiaires des chemins de l'Ouest (section de Cherbourg) sont indiquées dans les tableaux pages 459, 460, 461 et 462.

Chemin de l'Ouest. — Si l'on compare les bâtiments des stations sur les chemins de fer de l'Est et sur ceux de l'Ouest (section de Cherbourg), on trouve que le bâtiment principal contenant les salles d'attente est plus petit dans les stations de différentes classes à l'Ouest qu'à l'Est; mais en compensation il existe au chemin de l'Ouest des bâtiments annexes que l'on ne trouve pas sur les chemins de fer de l'Est, et qui renferment une partie des bureaux ou

CHEMIN DE FER DE L'OUEST

SERVICE DES VOYAGEURS

Aménagements des gares intermédiaires au delà de Caen.

CLASSIFICATION.	1re CLASSE. Au-dessus de 7,000 voyagrs par mois à l'expédition.				2e CLASSE. De 1,500 à 3.000 voyageurs par mois à l'expédition.				3e CLASSE. Au-dessous de 1,500 voyagrs par mois à l'expédition.			
	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.
		m.	m.	m.		m.	m.	m.		m.	m.	m.
1°. — *Abords.*												
Chemin	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Cour	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
2°. — *Bâtiment principal.*		32 »	10 »	320 »	»	22 50	8 50	191 25	»	17 »	8 »	136 »
Vestibule	1	23 50	4 »	94 »	1	14 20	3 »	42 60	»	» »	» »	» »
Salle d'attente des 2e et 3e classes	1	11 »	4 95	54 45	1	6 40	4 60	29 44	1	8 50	7 »	59 50
Salon des 1res classes	1	5 60	5 »	28 »	1	3 90	4 50	17 55	1	5 25	4 25	13 81
Water-closet des 1res classes, avec petit salon	1	1 90	3 80	7 22	»	1 90	2 90	5 51	1	1 70	2 65	4 50
Bureaux — pour les chefs de gare	1	4 15	2 90	13 20	1	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bureaux — pour les billets	1	3 50	2 »	7 »	1	2 80	4 60	12 88	1	3 »	2 50	7 50
Bureaux — pour le service des bagages et de la messagerie	1	6 »	5 »	30 »	1	5 »	4 60	23 »	1	3 25	4 50	14 62
Bureaux — pour l'enregistrement des bagages et de la messagerie	1	3 25	4 90	15 90	1	2 90	4 15	12 03	»	» »	» »	» »
Bureaux — pour les articles bureau restant	1	3 25	4 »	13 »	1	2 90	3 35	9 71	1	3 25	2 50	8 12
Logemt du chef de gare. — Cave	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Logemt du chef de gare. — Cuisine	1	3 85	3 50	13 45	1	4 10	2 70	11 07	1	2 25	2 30	5 17
Logemt du chef de gare. — Water-closet	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Logemt du chef de gare. — Salle à manger	1	3 85	5 20	20 40	1	4 50	3 65	16 42	1	4 20	2 35	9 87
Logemt du chef de gare. — Salon	1	3 85	5 20	20 40	1	4 50	3 75	16 87	»	» »	» »	» »
Logemt du chef de gare. — Chambres à coucher	2	3 85	3 90	14 »	2	4 10	3 75	15 37	2	3 20	4 10	13 12
Logemt du chef de gare. — Chambre de bonne	1	3 85	3 50	13 45	1	3 10	2 60	8 06	»	» »	» »	» »
Logemt du chef de gare. — Grenier	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
3°. — *Quais, marquises, abris, divers.*												
Quais de voyagrs. — Côté descendant	1	130 »	6 »	780 »	1	130 »	6 »	780 »	1	130 »	6 »	780 »
Quais de voyagrs. — Côté montant	1	130 »	6 »	780 »	1	130 »	6 »	780 »	1	130 »	6 »	780 »
Marquises. — A l'extérieur	1	12 50	4 »	50 »	1	12 50	4 »	50 »	»	» »	» »	» »
Marquises. — Sur le quai de la station	1	32 »	4 »	128 »	1	22 50	4 »	90 »	1	17 »	4 »	68 »
Marquises. — Sur le quai opposé à la station	1	23 »	3 90	89 70	1	16 »	3 90	62 40	1	13 »	3 90	50 70

CHEMIN DE FER DE L'OUEST

SERVICE DES VOYAGEURS

Aménagement des gares intermédiaires au delà de Caen.

(SUITE.)

CLASSIFICATION.	1re CLASSE. Au-dessus de 3,000 voyagrs par mois à l'expédition.				2e CLASSE. De 1,500 à 3,000 voyageurs par mois à l'expédition.				3e CLASSE. Au-dessous de 1,500 voyagrs par mois à l'expédition.			
	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Longr.	Largr	Surfce.
		m.	m.	m.		m.	m.	m.		m.	m.	m.
Abris à bagages. En tête du quai descendant.	1	5 50	5 50	30 25	1	5 50	3 50	19 25	»	» »	» »	» »
Abris à bagages. En tête du quai montant.	1	5 50	5 50	30 25	1	5 50	3 50	19 25	»	» »	» »	» »
Télégraphie de la compagnie. Bureau. . .	1	4 70	2 25	10 56	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Télégraphie de la compagnie. Pièce de repos. . . .	1	4 »	2 30	9 20	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Lampisterie.	1	4 55	4 70	20 50	1	3 25	4 70	15 27	1	3 60	3 70	13 32
Chauffoirs de la gare. . . .	1	4 30	4 70	20 20	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Chauffoirs de la locomotion.	1	4 30	4 70	20 20	1	2 90	4 70	13 63	»	» »	» »	» »
Magasins pour le charbon. .	1	3 02	4 70	20 20	1	5 10	2 35	12 »	1	3 »	3 70	11 10
Magasins pour les ustensiles divers.	1	3 02	4 70	14 20	1	5 10	2 35	12 »	1	2 65	3 70	9 80
Cabinets doubles sur le quai de la station. . .	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Cabinets servant à l'intérieur et à l'extér.	6	» »	» »	» »	3	» »	» »	» »	3	» »	» »	» »
Cabinets sur le quai opposé à la station. . . .	4	» »	» »	» »	2	» »	» »	» »	2	» »	» »	» »
AMÉNAGEMENT DE L'ÉTAT.												
Bureaux du commissaire de surveillance administrative.	1	2 90	4 70	13 65	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bureaux du télégraphe. Salle d'attente.	1	1 50	2 75	4 12	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bureaux du télégraphe. Employés. .	1	2 75	3 25	9 »	»	»	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bureaux du télégraphe. Directeur. .	1	4 »	2 30	9 20	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bureaux de poste.	1	2 35	4 70	11 »	1	2 20	4 70	10 35	»	» »	» »	» »

CHEMIN DE FER DE L'OUEST

SERVICE DES MARCHANDISES

Voies. — Matériel fixe. — Divers.

CLASSIFICATION.	1re CLASSE. De 50 à 100 tonnes par jour.				2e CLASSE. De 10 à 50 tonnes par jour.				3e CLASSE. Au-dessous de 10 tonnes par jour.			
	NOMBRE.	DIMENSIONS. Long^r.	Larg^r	Surf^ce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Long^r.	Larg^r	Surf^ce.	NOMBRE.	DIMENSIONS. Long^r.	Larg^r	Surf^ce.
		m.	m.	m.		m.	m.	m.		m.	m.	m.
1°. — *Abords.*												
Chemin	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Cour	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
2°. — *Hangar, Quais.*												
Hangar. Quai couvert	1	40 »	10 »	400 »	1	30 »	8 »	240 »	1	12 »	5 »	60 »
Hangar. Waggons couverts	»	40 »	4 »	160 »	»	30 »	4 »	120 »	»	12 »	4 »	48 »
Hangar. Voitures couvertes (appentis)	»	40 »	4 »	160 »	»	30 »	4 »	120 »	»	12 »	4 »	48 »
Bureau pour les employés de la petite vitesse	1	3 »	4 »	12 »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Magasins pour les colis bureau restant	1	3 »	4 »	12 »	1	3 »	4 »	12 »	»	» »	» »	» »
Magasins pour les ustensiles de la manutent^n	1	3 »	4 »	12 »	1	3 »	4 »	12 »	»	» »	» »	» »
Quais découvert	1	50 »	25 »	1250 »	1	30 »	20 »	600 »	1	15 »	10 »	150 »
Quais à bestiaux	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
VOIES.												
Voies longueur libre. de la manutention	»	450 »	» »	» »	»	300 »	» »	» »	»	120 »	» »	» »
Voies longueur libre. de manœuvres	»	250 »	» »	» »	»	200 »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Voies longueur libre. de remises à machines de voitures et de quai à chaises de poste	»	200 »	» »	» »	»	100 »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Voies de garage. côté descendant	1	350 »	» »	» »	1	350 »	» »	» »	1	350 »	» »	» »
Voies de garage. côté montant	1	350 »	» »	» »	1	350 »	» »	» »	1	350 »	» »	» »
Aiguilles	17	» »	» »	» »	12	» »	» »	» »	7	» »	» »	» »
Traversées	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Plaques à machines	1	» »	» »	» »		» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Plaques à voitures et à waggons	6	» »	» »	» »	» 3	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
MATÉRIEL FIXE.												
1°. — *Appareils d'enlèvement.*												
Grues de	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Grues de	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Grues de 1 t. 5	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Grues de 6 t.	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Grues de 10 t.	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Grues de 20 t.	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »

CHEMIN DE FER DE L'OUEST

SERVICE DES MARCHANDISES

Voies. — Matériel fixe. — Divers.

(SUITE.)

CLASSIFICATION.	1re CLASSE. De 50 à 100 tonnes par jour.				2e CLASSE. De 10 à 50 tonnes par jour.				3e CLASSE. Au-dessous de 10 tonnes par jour.			
	NOMBRE.	DIMENSIONS.			NOMBRE.	DIMENSIONS.			NOMBRE.	DIMENSIONS.		
		Longr.	Largr	Surfce.		Longr.	Largr	Surfce.		Longr.	Largr	Surfce.
		m.	m.	m.		m.	m.	m.		m.	m.	m.
Treuil	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
2e. — *Appareils de pesage.*												
Pont à bascule de 20 t.	2	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
DIVERS.												
Bureau du service des ingénieurs	1	5 10	3 50	17 85	1	3 »	3 50	10 50	1	3 »	3 50	10 50
Remises à machines et dépôts	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Remises à voitures	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Magasin pour le coke	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Quai à chevaux et à chaises de poste	1	40 »	15 à 8	425 »	1	30 »	15 à 8	345 »	»	» »	» »	» »
Ecurie pour le service du camionnage et des correspondances	»	» »	» »	»	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Hangar pour le service du camionnage et des correspondances	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Grues d'alimentation et réservoir	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Bâtiment de la machine d'alimentation	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Fosse à piquer le feu	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Appareils de chauffage	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Appareils d'éclairage sur les quais, à l'extérieur	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Appareils d'éclairage sur les quais, à l'intérieur	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Appareils d'éclairage sur les quais, côté de la station	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Appareils d'éclairage sur les quais, côté opposé à la station	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »	»	» »	» »	» »
Gabarits	2	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Signaux sur la voie descendante	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »
Signaux sur la voie montante	4	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »	1	» »	» »	» »

salles contenues à l'Est dans le bâtiment principal. Voir les plans pages 106 à 110 et les tableaux ci-contre.

Ainsi le bâtiment des salles d'attente dans les stations de première classe des chemins de fer de l'Ouest (section de Cherbourg) n'a que 320 mètres de surface, tandis qu'à l'Est cette surface est de 400 à 450 mètres; mais le bâtiment annexe de droite a 111 mètres de surface, et celui de gauche 111 mètres également, ou 80 mètres, déduction faite des latrines.

Les salles d'attente sont plus petites sur les chemins de l'Ouest que sur les chemins de l'Est, mais les vestibules sont plus grands. Cela tient à ce que, sur les chemins de l'Ouest (section de Cherbourg), on transporte un grand nombre de négociants ou marchands qui préfèrent attendre le départ du train dans le vestibule que dans les salles d'attente.

Les dimensions des bureaux du chef de gare sont à peu près les mêmes sur les deux chemins. Si quelquefois elles sont moindres à l'Ouest qu'à l'Est, cela provient de ce qu'à l'Ouest le télégraphe est placé dans un local séparé.

Nous avons établi dans notre seconde édition une comparaison entre les dimensions des stations existantes alors des chemins de l'Est, du Nord et du Midi, stations construites dans l'origine pour le service de ces grandes lignes. Nous conservons cette comparaison. Plus loin, nous en établirons une semblable entre les dimensions des stations plus récemment construites. Ces dimensions sont le plus souvent moins grandes que celles des stations primitives, non parce que ces dernières auraient été exagérées, mais parce que le service, dans les nouvelles stations, doit être moins actif que dans les anciennes.

Comparaison des stations primitives des chemins de l'Est, du Nord et du Midi. — Il ne nous a pas été possible de dresser pour les stations primitives des chemins du Nord et du Midi des tableaux aussi détaillés que pour ceux de l'Ouest; mais nous avons, à l'aide de plans lithographiés qui nous ont été fournis par les ingénieurs de ces Compagnies, reproduit les dimensions principales au moins.

Bâtiments. — Le tableau suivant indique la surface des bâtiments des stations primitives pour les chemins de l'Est, du Midi et du Nord.

STATIONS.	EST. — SURFACE HORS ŒUVRE.	MIDI [2]. — SURFACE HORS ŒUVRE.	NORD [1]. AVEC LOGEMENT AU REZ-DE-CHAUSSÉE.	NORD [1]. DÉDUCTION FAITE DU LOGEMENT AU REZ-DE-CHAUSSÉE.
	m²	m²	m²	m²
1re classe	405	750	840	744
2e *id.*	260 à 275	490	473	388
3e *id.*	200 à 220	180	340	260
4e *id.*	120 à 155	110	193	161
5e *id.*	85 à 105	84	102	74
6e *id*	»	60	»	»

Les stations de 1re classe du Midi, ainsi que celles du Nord, paraissent assimilables aux stations que nous avons placées hors classe, telles que nos stations de Metz et de Nancy ; celles de 2e classe, à nos stations de 1re classe. Celles du Midi sont toutefois plus grandes.

Celles du Nord le seraient également si on n'en déduisait pas une partie du logement du chef de gare, placée au rez-de-chaussée tandis qu'aux chemins de l'Est et du Midi ce logement se trouve tout entier au premier étage. Il est assez difficile d'établir un rapprochement entre les dimensions des stations des autres classes du chemin du Midi et celles des stations de l'Est. La Compagnie du Midi sera probablement obligée d'établir des stations de grandeur intermédiaire. Les dimensions des stations du Nord ont beaucoup plus d'analogie avec celles de nos stations. Ainsi les dimensions des stations de 3e et de 4e classe, toujours en déduisant le logement du chef de gare, équivalent à celles de nos stations de 2e et de 3e classe. La 5e classe est un peu plus petite que les plus petites stations du chemin de l'Est.

[1] Les types du chemin du Nord sont ceux des stations à établir sur les nouvelles lignes qui ont été concédées à la Compagnie.

[2] La Compagnie du Midi divise ses stations intermédiaires en quatre classes seulement, eu égard à la grandeur des terrains occupés ou à l'importance du service en général. C'est en tenant compte de la surface du bâtiment des salles d'attente seulement que nous avons été conduit à admettre cinq classes.

Vestibule. — On trouve, pour les surfaces des vestibules :

STATIONS.	EST.	MIDI.	NORD.
	m²	m²	m²
1re classe.	50	35	25
2e *id.*	35	22	25
3e *id.*	30	21	25
4e *id.*	28	15	22
5e *id.*	24,50	10	12
6e *id.*	»	»	»

Les vestibules des chemins de l'Est sont généralement plus grands que ceux des chemins du Midi. Nous les croyons de grandeurs convenables. Ceux du Midi et du Nord nous paraissent trop petits.

Salles d'attente. — Les surfaces des salles d'attente sont les suivantes :

STATIONS.	EST.	MIDI.	NORD.
	m²	m²	m²
1re classe.	100	105	150
2e *id.*	80	88	120
3e *id.*	60	60	89
4e *id.*	60	60	61
5e *id.*	40	29	32
6e *id.*	25	»	»

Rapprochant les stations de 1re, 2e, 3e et 4e classe de l'Est des stations de 2e, 3e, 4e et 5e du Nord, on ne remarque pas de différence trop sensible dans l'étendue des salles d'attente. Celles du Nord sont généralement un peu plus grandes. Les salles du Midi sont un peu plus grandes dans les stations de 1re et 2e classe. Elles sont de même grandeur dans les stations de 3e et 4e classe, et plus petites dans celles de 5e. Au chemin du Midi, les salles de bagages des stations de 1re, 2e et 3e classe sont plus grandes que celles du même ordre des chemins de l'Est; mais la différence n'est pas d'une

grande importance, si l'on compare les stations de 1re, 2e et 3e classe de l'Est aux stations de 2e, 3e et 4e classe du Midi.

Bagages. — On trouve, pour les surfaces des salles de bagages :

STATIONS.	EST.	MIDI.	NORD.
	m² m²	m²	m²
1re classe.	63 à 75	135	160
2e *id.*	45 à 50	77	95
3e *id.*	25 à 35	66	60
4e *id.*	20 à 25	30	45
5e *id.*	16 à 25	15	30
6e *id.*	15	»	»

Billets. — Les bureaux pour la distribution des billets présentent les dimensions suivantes :

STATIONS.	EST.	MIDI.	NORD.
	m² m²	m²	m²
1re classe.	8 à 14	»	12
2e *id.*	9,50 à 10	»	8
3e *id.*	»	»	»
4e *id.*	5 à 5,50	»	»
5e *id.*	4 à 5,50	»	»
6e *id.*	»	»	»

Ainsi que nous l'avons déjà indiqué, la distribution des billets, au chemin de l'Est, ne se fait dans un local séparé pour les stations de 3e et 4e classe que par exception.

Au chemin du Nord, dans les stations de 3e, 4e et 5e classe, la salle de bagages comprend toujours le bureau de distribution des billets.

Au chemin du Midi, les bureaux pour la distribution des billets aux voyageurs et pour l'enregistrement des bagages sont confondus. Il n'y a donc lieu de comparer que les bureaux pour les stations de 1re et de 2e classe de l'Est et du Nord. Ceux du Nord sont un peu plus petits que ceux de l'Est. Nous ne pensons cependant pas qu'il y ait lieu de réduire les dimensions des bureaux de l'Est. Ceux

des stations de 4e et 5e classe de l'Est ont été reconnus trop petits.

Chef de gare.—Pour l'étendue des bureaux des chefs de station on trouve :

STATIONS.	EST.	MIDI.	NORD.
	m² m²	m²	m²
1re classe.	14 à 16	12	10
2e *id*.	14 à 16	10	10
3e *id*.	10 à 12	10	9
4e *id*.	7 à 12	6	7
5e *id*.	11 à 15	5	»
6e *id*.	11	»	»

Les bureaux du Nord sont un peu plus petits que ceux de l'Est; mais l'appareil télégraphique se trouve généralement, sur le premier chemin, dans un local séparé, tandis que, sur le chemin de l'Est, il est souvent placé dans le bureau du chef de station.

Les bureaux des stations de 5e et 6e classe, sur le chemin de l'Est, sont plus grands, parce qu'ils servent en même temps pour le dépôt des bagages et pour la distribution des billets.

Bâtiments de stations récemment construites. — Il nous reste à parler de stations construites ou à construire sur des lignes du deuxième et même du troisième ordre.

Nous avons indiqué dans un même tableau les surfaces couvertes par le bâtiment des différentes stations des chemins de fer français et étrangers.

NOMS DES CHEMINS.	1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau. . . .	20	21	18	20	N'existe pas.
Est, *id*.	53	43	29	15	17
Ouest, *id*.	44	34	13	12	N'existe pas.
Midi, *id*.	38	20	13	N'existe pas.	*Id*.
Lyon-Méditerranée. Bourbonnais. . .	29	21	20	16	8
Lyon-Méditerranée. Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	22	13	15
Lyon-Méditerranée. Réseau sud. . . .	*Id*.	31	16	10	N'existe pas.
Orléans. Paris à Tours. . .	*Id*.	46	14	11	9
Orléans. Nantes à Châteaulin.	*Id*.	65	13	8	N'existe pas.
Nouveau réseau étranger. .	81	50	36	24	*Id*.

Ce tableau donne lieu aux observations suivantes :

Pour l'étendue : le premier type du Nord correspond à peu près au second de l'Est, le second du Nord au troisième de l'Est, le troisième du Nord au quatrième de l'Est, et enfin le quatrième du Nord au cinquième de l'Est.

Le premier type de l'Ouest tient le milieu entre le premier de l'Est et le premier du Nord, le second de l'Ouest est l'équivalent du troisième de l'Est, le troisième type de l'Ouest ne correspondrait qu'au cinquième de l'Est et le quatrième au sixième type de l'Est.

Le premier type du Midi diffère peu du type de même numéro à l'Ouest. Le deuxième type serait seulement un peu plus grand que le troisième de l'Ouest et que le cinquième de l'Est, et le troisième type serait inférieur en grandeur au sixième type de l'Est.

Les différents types de Lyon (Bourbonnais), à l'exception du cinquième, correspondent à peu près exactement aux types du même ordre de l'Est. Le premier type est un peu plus petit que celui de l'Est, mais il est l'équivalent des premiers types de l'ancienne ligne de Strasbourg.

Pour les embranchements de Lyon on trouve à peu près l'égalité de surface entre le troisième type, celui de même numéro à l'Ouest et le cinquième type de l'Est. Le quatrième type est comparable au sixième de l'Est, le cinquième type est plus petit.

Pour Lyon-Méditerranée (réseau Sud), les deuxième et troisième types sont à peu près équivalents en surface aux types de même numéro du Nord et à ceux d'un ordre inferieur à l'Est (troisième et quatrième types); le quatrième type serait à peu près de même grandeur que celui du même numéro à l'Ouest, mais il ne correspond qu'au sixième type de l'Est.

Sur le chemin d'Orléans, ligne de Paris à Tours par Vendôme, les stations dites de seconde classe sont plus grandes que celles de première du Nord, de l'Ouest et du Midi, puis l'on tombe brusquement à des stations dites de troisième classe, qui correspondent à des stations du même ordre du chemin du Nord puis, à des stations de quatrième classe plus petites que celles de sixième sur le chemin de l'Est.

Les stations de la ligne de Châteaulin sont toutes plus petites

que celles du même ordre sur le chemin de Paris à Tours. Celles du second ordre sont à peu près l'équivalent des mêmes stations au Nord. Celles du troisième ordre sont plus petites et celles du quatrième type sont très-sensiblement plus petites que celles du sixième ordre sur l'Est. Elles sont à peu près de même grandeur que les stations des embranchements de Lyon-Méditerranée (réseau Sud), cinquième type.

Les bâtiments des stations du nouveau réseau étranger, premier, deuxième et troisième types, sont beaucoup plus grands que les bâtiments de l'Est, plus grands eux-mêmes que ceux des autres lignes. Cela tient non à un excès de grandeur dans les principales dépendances de ce bâtiment, telles que les salles d'attente, les salles de bagages, le bureau du chef de gare et le vestibule, mais à ce que ce bâtiment comprend des dépendances nouvelles placées dans les autres stations en dehors du bâtiment ou même qui n'existent pas ailleurs. Ainsi nous trouvons dans le bâtiment des chemins étrangers une sortie couverte des voyageurs avec bagages occupant une surface de 30 à 40 mètres et nécessitant un accroissement du bureau des bagages que nous évaluons à 25 ou 30 mètres; un bureau de la poste, 10 mètres; un bureau des correspondances, 12 mètres; un buffet.

Si pour le bâtiment du premier ordre nous retranchons de la surface totale celle des parties que l'on ne trouve pas dans le bâtiment correspondant de l'Est, on obtient une surface de 90 mètres environ, qui est à peu près celle du bâtiment de l'Est.

Le bâtiment de première classe du chemin de l'Est est d'ailleurs celui de la station de Meaux, l'une des plus importantes parmi celles de première classe de ce chemin.

Les rapprochements que nous venons de faire confirment ce que nous avons dit de la classification des stations intermédiaires, dont la grandeur varie pour une même classe sur les différentes lignes, aussi bien que sur une même ligne, ces variations de grandeur étant motivées par des variations dans le mouvement.

Salles d'attente. — Les bâtiments des différents types du chemin du Nord correspondant pour l'étendue à ceux d'ordre immédiatement inférieur de l'Est, il devrait en être de même des salles

d'attente; toutefois les salles d'attente du deuxième type de l'Est sont sensiblement plus grandes que celles du premier type du Nord; celles du troisième type de l'Est un peu plus grandes que celles du deuxième type du Nord. Pour les quatrième et cinquième types, c'est l'inverse; les salles d'attente de l'Est sont un peu plus petites que celles du type de l'ordre immédiatement supérieur au Nord.

NOMS DES CHEMINS.		1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau. . . .		23	26	26	16	N'existe pas.
Est, *id.*		85	28	28	17	26
Ouest, *id.*		52	25	25	29 salle d'att.	N'existe pas.
Midi, *id.*		50	36 salle d'att. 3e classe.	36 salle d'att.	N'existe pas.	*Id.*
Lyon-Méditerranée.	Bourbonnais. . .	52	30	27	22	27 salle d'att.
	Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	30	14	11
	Réseau sud. . . .	*Id.*	36	23	25 salle d'att.	N'existe pas.
Orléans.	Paris à Tours. . .	*Id.*	90 salle d'att. 2e et 3e cl.	63 salle d'att. 2e et 3e cl.	42 salle d'att.	30 salle d'att.
	Nantes à Châteaulin.	*Id.*	67 salle d'att. 2e et 3e cl.	59 salle d'att.	26 salle d'att.	N'existe pas.
Nouveau réseau étranger. . .		52	52	52	50 salle d'att.	*Id.*

L'exiguïté des salles d'attente dans les deux premiers types tient en partie à la faculté laissée sur ce chemin aux voyageurs de circuler sur le trottoir en attendant le train.

A l'Ouest, les salles d'attente, un peu plus grandes qu'au Nord dans les stations des deux premières classes, correspondent à peu près pour l'étendue aux salles d'attente d'un ordre immédiatement inférieur sur le chemin de l'Est. Les salles d'attente du troisième type sont plus petites que celles du type correspondant sur le Nord et équivalent en surface à celles du quatrième type de l'Est. Les salles d'attente de Lyon-Bourbonnais sont les plus grandes de notre tableau. Elles dépassent sensiblement en étendue celles du chemin de l'Est et des chemins étrangers.

Les salles d'attente du troisième type des embranchements de Lyon sont exactement de même grandeur que celles du troisième type de l'Ouest, celles des quatrième et cinquième types sont plus

petites que celles du quatrième type de l'Est et du Nord et même que celles du cinquième type de l'Est.

Sur les chemins de Paris à Tours par Vendôme et sur celui de Nantes à Châteaulin, les vestibules servant dans les stations de toutes classes de salles d'attente aux voyageurs de deuxième et troisième classe, il n'y en a de spéciales que pour les voyageurs de première.

Sur les chemins du réseau étranger les salles d'attente sont dans les deux premiers types de même grandeur ou à peu près que sur le chemin de l'Est. Elles sont dans le troisième type sensiblement plus grandes.

Salles de bagages. — Les dimensions des salles de bagages se résument comme suit :

La surface des salles de bagages au chemin du Nord est la même à peu près pour les quatre types et elle est remarquablement petite, ce qui suppose que le service se fait en grande partie sur le trottoir.

Sur les autres lignes que le Nord, l'étendue des salles de bagages va en diminuant avec l'importance de la station.

Les salles de bagages de l'Est sont sensiblement plus grandes que celles du Nord, même si l'on compare les stations des deux premières classes du Nord à celles de deuxième et de troisième classe de l'Est. A l'Ouest, les salles de bagages, sans être aussi petites qu'au Nord, le sont plus qu'à l'Est et au Midi ; elles le sont plus encore qu'à l'Ouest, tout en restant supérieures au Nord pour le premier type.

Au Bourbonnais, les salles de bagages sont généralement petites, trop petites peut-être. Elles se rapprochent beaucoup pour les dimensions de celles du Norn.

NOMS DES CHEMINS.	1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau.. . .	274	224	167	115	N'existe pas
Est, *id.*	448	265	200	155	125
Ouest, *id.*	313	200	122	88	N'existe pas
Midi, *id.*	306	140	94	N'existe pas.	*Id.*
Lyon-Méditerranée. Bourbonnais. . .	400	268	215	148	89
Lyon-Méditerranée. Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	137	108	70
Lyon-Méditerranée. Réseau sud. . . .	*Id.*	232	156	91	N'existe pas.
Orléans. Paris à Tours. . .	*Id.*	324	152	109	84
Orléans. Nantes à Châteaulin.	*Id.*	229	143	74	N'existe pas
Nouveau réseau étranger.. .	599	419	329	149	*Id.*

Sur les embranchements du chemin de Lyon, les salles de bagages sont en général d'assez faible surface, mais paraissent assez grandes pour les types auxquelles elles appartiennent.

Les salles de bagages de Lyon-Méditerranée (réseau sud) sont sensiblement l'équivalent des salles appartenant aux stations du même ordre sur le chemin de l'Ouest.

Sur le chemin de Paris, à Tours deuxième type, les salles de bagages sont plus grandes que celles des types correspondants sur le Nord, l'Est, l'Ouest, le Midi et Lyon-Méditerranée; mais, d'un autre côté, le bâtiment du deuxième type de ce chemin est plus grand que ceux du premier type du Nord, de l'Est et de l'Ouest, et l'importance de la station peut jusqu'à présent se mesurer sur la grandeur de ce bâtiment.

Au chemin de Nantes à Châteaulin, les salles de bagages plus grandes que sur toutes les autres lignes, les chemins du réseau étranger exceptés, ne sont nullement en proportion avec le bâtiment. Cela tient sans doute à quelque circonstance particulière à ce chemin.

Aux chemins du réseau étranger, les salles de bagages dépassent en étendue celles de toutes les autres lignes. Cela s'explique, comme déjà nous l'avons fait observer, par la nécessité où l'on se trouve de ménager sur ces chemins, pour le service de la sortie, un plus grand espace que sur les autres chemins.

Bureaux des chefs de gare. — Le tableau suivant indique les dimensions des bureaux des chefs de gare.

En comparant entre elles les surfaces des bureaux des chefs de gare, on trouve qu'elles varient généralement de 12 à 16 mètres carrés. Sur le chemin de Tours par exception, cette surface s'élève à 20 mètres carrés, et sur le chemin de l'Ouest elle descend à 8 mètres carrés.

Lorsque cette surface n'est que de 12 mètres carrés comme aux chemins du réseau étranger, le télégraphe est ordinairement logé dans un local spécial; toutefois, dans le troisième type des chemins du résean étranger, le service télégraphique et celui du chef de gare sont réunis dans un bureau de 13 mètres carrés.

En général, pour faire convenablement les deux services dans un

même bureau, s'ils ont une certaine importance, il est bon que ce bureau ait 16 mètres carrés.

NOMS DES CHEMINS.		1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau. . . .		13	13	12 et télégr.	12 billets et télégr.	N'existe pas.
Est, *id.*		16	18	10	12	9
Ouest, *id.*		15	8	9 billets et télégr.	8 billets et télégr.	N'existe pas.
Midi, *id.*		16	17 billets et télégr.	25 billets et télégr.	N'existe pas.	*Id.*
Lyon-Méditerranée.	Bourbonnais. . . .	14	14	14	13 billets.	8 billets.
	Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	7	19 billets et télégr.	9 billets et télégr.
	Réseau sud. . . .	*Id.*	17 et télégr.	13 et télégr.	8 billets et télégr.	N'existe pas.
Orléans.	Paris à Tours. . .	*Id.*	20	14 billets et télégr.	11 billets et télégr.	9 billets et télégr.
	Nantes à Châteaulin.	*Id.*	15 billets et télégr.	13 billets et télégr.	8 billets et télégr.	N'existe pas.
Nouveau réseau étranger. . .		12	12	14 et télégr.	12 et billets.	*Id.*

Le service du chef de gare, celui du télégraphe, celui des billets et même l'enregistrement des bagages et messageries se font aussi quelquefois dans un seul et même bureau (Tours, Châteaulin, Midi, stations de deuxième et troisième classes). C'est même ce qui a lieu le plus souvent dans les stations du dernier ordre, et comme alors ces services sont peu actifs, on peut les faire dans des bureaux de 16 à 20 mètres carrés et même dans des bureaux de dimensions inférieures.

Bureaux des billets. — Pour les bureaux de billets on trouve les dimensions suivantes :

NOMS DES CHEMINS.		1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau. . . .		9 et sous-chef de gare.	8 et sous-chef de gare.	12 enregistr. des bagages.	Chef de gare.	N'existe pas.
Est,	*id.*	16	10	9	10	Chef de gare.
Ouest,	*id.*	9	5	Chef de gare.	Chef de gare.	N'existe pas.
Midi,	*id.*	7	Chef de gare et télégr.	Chef de gare et télégr.	N'existe pas.	*Id.*
Lyon-Méditerranée.	Bourbonnais. . .	9 et sous-chef de gare.	7 et sous-chef de gare.	7 et sous-chef de gare.	Chef de gare.	Chef de gare.
	Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	19 et télégr.	Chef de gare et télégr.	N'existe pas.
	Réseau sud. . . .	*Id.*	8	5	Chef de gare.	*Id.*
Orléans.	Paris à Tours. . .	*Id.*	10	Chef de gare.	*Id.*	Chef de gare.
	Nantes à Châteaulin.	*Id.*	Chef de gare.	*Id.*	*Id.*	»
Nouveau réseau étranger. . .		7	7	5	*Id.*	»

Le chemin de l'Est est le seul sur lequel la surface du bureau des billets ait été portée à 16 mètres carrés (premier type). Elle pourrait être évidemment réduite sans inconvénient, à moins toutefois que le mouvement dans la station soit tel qu'on soit obligé, les jours de grande affluence d'ouvrir, deux guichets au lieu d'un.

Les plus petits bureaux ont 5 mètres carrés de surface. Le bureau est alors trop petit. Il ne devrait pas avoir moins de 7 à 8 mètres.

Le bureau des billets devant servir en outre de bureau au chef de gare et même de local pour le télégraphe, doit nécessairement avoir de plus grandes dimensions. (Voir plus loin.)

Vestibules. — Le tableau suivant donne les dimensions des vestibules sur les différentes lignes déjà citées.

NOMS DES CHEMINS.		1er TYPE.	2e TYPE.	3e TYPE.	4e TYPE.	5e TYPE.
Nord, nouveau réseau. . . .		65	49	50	28	N'existe pas.
Est, *id.*		105	79	55	44	30
Ouest, *id.*		79	50	42	N'existe pas	N'existe pas.
Midi, *id.*		65	17 1re et 2e cl. seulement.	Vestibule.	*Id.*	*Id.*
Lyon-Méditerranée.	Bourbonnais. . .	129	90	65	49	8 1re classe seulement.
	Embranchements.	N'existe pas.	N'existe pas.	42	20	15
	Réseau sud. . . .	*Id.*	56	36	Vestibule.	N'existe pas.
Orléans.	Paris à Tours. . .	*Id.*	27 1re classe seulement.	18 1re classe seulement.	13 1re classe seulement.	11 1re classe seulement.
	Nantes à Châteaulin.	*Id.*	14 1re classe seulement.	16 1re classe seulement.	9 1re classe seulement.	N'existe pas.
Nouveau réseau étranger. . .		95	83	80	14 1re classe seulement.	*Id.*

En examinant le tableau ci-dessus, on remarquera :

1° Que les vestibules, au chemin du Nord, sont à peu près de même grandeur dans les stations des trois premiers types, et que ceux des deux premiers types sont très-sensiblement inférieurs en grandeur à ceux des types correspondants sur les autres lignes.

A l'Est, les vestibules diminuent de grandeur avec le bâtiment. Dans le premier type, le vestibule est d'une grandeur exagérée et pourrait donner place par sa réduction à de nouvelles dépendances.

A l'Ouest, les vestibules, de moins grandes dimensions que ceux de l'Est dans les stations des deux premiers types, diminuent de grandeur avec l'importance de la station dans les trois premiers types. Il est un peu plus grand dans le quatrième type que dans le troisième, mais alors il sert en même temps de salle d'attente.

Les vestibules du Bourbonnais sont à peu près de même grandeur qu'à l'Ouest, mais le vestibule du quatrième type ne sert pas de salle d'attente comme à l'Ouest. Ce n'est que dans le cinquième type que les salles d'attente de deuxième et troisième classe et le vestibule se confondent.

Les vestibules du premier type sont à peu près de même grandeur dans les stations de première classe de l'Ouest, du Midi et des chemins étrangers.

Aux chemins de Tours par Vendôme et de Nantes à Châteaulin, les vestibules sont sensiblement plus grands que ceux des autres lignes pour les types correspondants. Cela tient à ce que sur ces chemins ils servent en même temps de salles d'attente pour les voyageurs de deuxième et de troisième classe.

Aux chemins du nouveau réseau étranger, le vestibule ne sert de salle d'attente que dans le quatrième type.

Nouveaux chemins étrangers. — Voici enfin, pour terminer cet article, les dimensions des nouvelles gares intermédiaires du réseau étranger, gares dont nous avons indiqué la disposition précédemment.

DÉSIGNATION.	1re CLASSE.	2e CLASSE.	3e CLASSE.	4e CLASSE.
Mouvement moyen, par jour, des voyageurs	200 à 400	150 à 200	75 à 150	75 et au-dessous.
Mouvement moyen, par mois	au-dessus de 6,000.	4 500 à 6,000	»	2,000 et au-dessous.
Tonnage moyen, par jour, des marchandises	75 à 175t	50 à 75t	20 à 50t	20t et au-dessous.
Surface de la plate-forme	7 hect.	5 hect.	4 hect.	2 hect. 5
— du bâtiment principal	599m2	419m2	329m2	149m2
— des annexes et abris	112	112	80	64
— du vestibule	53	57	35	22
— des salles de bagages	73	60	40	22
— des salles d'attente	95	75	68	36
Développement des tables de bagages. Départ	7m	6m	4m,25	6m
Développement des tables de bagages. Arrivée	9	6m,50	5	
Étendue des quais à voyageurs	180m	180m	180m	180m
Surface des halles couvertes	700m2	420m2	210m2	105m2
Étendue des quais découverts et à bestiaux	150m	80m	50m	50m
Développement des voies. de service	1,500m	1,200m	900	600
Développement des voies. de garage	400	400	»	»
Développement des voies. des remises	100	50	»	»
Développement des voies. du dépôt	500	»	»	»
	2,500	1,650		
Nombre de plaques	8	5	3	2
Nombre de changements. à 3 voies	1	2	2	1
Nombre de changements. à 2 voies	15	8	6	5
Distance séparant les aiguilles extrêmes	550m	500m	400m	300m
Distance séparant le bâtiment et la halle	60	60	50	50

ATELIERS.

On distingue les ateliers de grande réparation de ceux de petite réparation.

Classification des ateliers. — Il n'existe généralement, même sur les lignes les plus importantes, qu'un seul atelier de grande réparation. Cet atelier est une véritable fabrique pour construire des machines aussi bien que pour les réparer; car réparer une machine locomotive usée par un long travail, c'est souvent la reconstruire.

Quant aux ateliers de petite réparation, auxquels on donne le nom de dépôts, on ne fait ordinairement qu'y remplacer les pièces usées ou avariées.

Nécessité de grands ateliers sur les lignes à long parcours. — Sur les lignes de faible parcours, situées à portée des villes ou des fabriques, on évite de construire des ateliers de grande réparation, et l'on tire des établissements voisins les pièces à remplacer, telles qu'essieux, pièces de fonderie, etc.; mais il est toujours fort incommode de se trouver dans la dépendance de ces établissements.

C'est ainsi qu'au chemin de Liverpool à Manchester, dont les principaux ateliers de réparation étaient, lors de sa création, fort exigus et très-imparfaitement outillés, les administrateurs, ne tardant pas à sentir la nécessité de se rendre indépendants, furent conduits graduellement à augmenter l'étendue de leurs ateliers, ainsi que l'importance de leur outillage.

Aujourd'hui, sur toutes les grandes lignes, on a suivi cet exemple donné par le chemin de Liverpool à Manchester.

Emplacement des ateliers de grande réparation. — Sur les différents chemins que nous avons cités, les ateliers de grande réparation sont diversement placés.

Au chemin de Londres à Birmingham, on les a établis près de la station de Wolwerton, à moitié chemin de Londres à Birmingham; sur le chemin de Bristol à Swindon, aux deux tiers de la dis-

tance de Londres à Bristol ; au chemin de Grand-Junction, à Crewe, à moitié chemin environ de Birmingham à Liverpool.

En France, au chemin d'Orléans, les grands ateliers se trouvent à 1 kilomètre de la gare des voyageurs de Paris. On compte 2 kilomètres des ateliers du chemin de l'Ouest à la gare de Paris. Au chemin de Lyon, ils se trouvent compris dans la gare même de Paris. Au chemin du Nord, ils sont placés à la Chapelle, également dans l'enceinte de la ville.

Au chemin de Strasbourg, ils se trouvent à Épernay, à 141 kilomètres de Paris et 360 de Strasbourg. On les avait d'abord projetés à Paris, et, sans le désir d'utiliser les dépenses considérables faites déjà pour un établissement provisoire à Épernay, on les eût très-probablement établis à Bar-le-Duc, au centre de la ligne.

En Belgique, les ateliers centraux de Malines sont à 25 kilomètres de Bruxelles, 55 kilomètres de Gand, 25 kilomètres d'Anvers et 85 kilomètres de Liége.

En Allemagne, sur le grand chemin septentrional de Vienne à Raab, les ateliers de grande réparation font partie des bâtiments de la gare de Vienne.

On voit que les ingénieurs des grandes lignes ne semblent pas s'être attachés essentiellement à placer les ateliers en un point déterminé de la ligne, tel que le serait le milieu ou l'une des extrémités. Ils les ont établis tantôt sur un point, tantôt sur un autre : partout où l'on a pu acquérir à un prix raisonnable de vastes terrains voisins de la ligne, et se procurer sans trop de difficultés des approvisionnements et des ouvriers.

Lorsque les ateliers principaux sont placés dans les gares de départ ou d'arrivée, ils se trouvent sous la surveillance immédiate de l'ingénieur en chef et des administrateurs, qui habitent ordinairement les villes à l'extrémité de la ligne ; mais, d'un autre côté, ils occupent dans ces gares un terrain ordinairement très-précieux, et, si la gare est dans l'intérieur d'une ville, les ouvriers ne peuvent se loger et se nourrir à proximité qu'à grands frais.

En outre, ils deviennent des foyers d'insurrection fort dangereux dans les moments d'agitation politique.

Lorsque, au contraire, les grands ateliers sont éloignés des villes,

on les place facilement à la proximité des grands centres de production, dont ils peuvent tirer les matières premières à bon marché, les ouvriers sont logés et nourris à moins de frais et ne sont pas exposés à l'influence démoralisatrice des grandes villes. Ils sont aussi plus facilement surveillés et plus facilement contenus.

Emplacement des dépôts. — Les ateliers auxiliaires ou dépôts sont distribués sur la ligne à des distances variables.

Au chemin d'Orléans, on en a établi à Orléans; à Étampes, à 65 kilomètres d'Orléans; à Corbeil, à 31 kilomètres de Paris; à Toury, à 33 kilomètres d'Étampes, et à Saint-Michel, à 29 kilomètres de Paris.

Au chemin de Strasbourg, on rencontre des dépôts à Paris, à Meaux (45 kilomètres de Paris), à Château-Thierry (50 kilomètres de Meaux), à Épernay (47 kilomètres de Château-Thierry), à Blesme (75 kilomètres d'Épernay), à Bar-le-Duc (37 kilomètres de Blesme), à Lérouville (35 kilomètres de Bar-le-Duc), à Nancy (63 kilomètres de Lérouville), à Sarrebourg (79 kilomètres de Nancy), à Saverne (27 kilomètres de Sarrebourg), à Metz (56 kilomètres de Nancy) et à Forbach (72 kilomètres de Metz).

Sur le chemin de Lyon, les dépôts sont placés à Paris, à Montereau, à Laroche, à Tonnerre, à Monbard, à Dijon, à Châlons, à Mâcon et à Lyon (Vaise), à des distances de 29, 76, 42, 46, 72, 58 et 66 kilomètres.

Dans l'origine, les dépôts étaient très-rapprochés. Ainsi, sur le chemin d'Orléans, ils se trouvaient généralement écartés de 25 kilomètres seulement, et, sur celui de Lyon, on s'était attaché à ne pas les placer à des distances de plus de 40 kilomètres. Le matériel se perfectionnant, la capacité des tenders augmentant et les machinistes acquérant plus d'habileté, on a pu augmenter le parcours des machines et éloigner davantage les dépôts. On en porte aujourd'hui la distance sans inconvénient jusqu'à 80 kilomètres environ. S'il s'en trouve de plus rapprochés, cela tient à des circonstances particulières.

Ainsi, sur le chemin de Strasbourg, l'établissement de dépôt de Meaux a été nécessité par les trains de banlieue; celui de Blesme, par l'embranchement de Gray; celui de Lérouville, par le voisinage

des rampes; celui de Nancy, par les embranchements de Metz et d'Épinal; et enfin celui de Saverne, par le voisinage des souterrains et par le service de banlieue de Strasbourg.

Sur le chemin de Lyon, on a placé un dépôt à Laroche à cause de l'embranchement d'Auxerre, et un à Monbard à cause du voisinage des rampes.

Sur celui de Strasbourg à Bâle, il n'y a de dépôt qu'à Colmar, à 68 kilomètres de Strasbourg et à 73 kilomètres de Bâle, et à Strasbourg.

Sur les grandes lignes, on trouve toujours, outre les ateliers principaux, des ateliers auxiliaires situés souvent dans les gares d'arrivée et de départ, ou à leur proximité.

Ainsi il en existe, sur le Great-Western railway, dans l'intérieur de la gare de Londres et à une petite distance de celle de Bristol, sur le chemin de Londres à Birmingham, dans la gare de Birmingham et à proximité de la gare de Londres (Cambden Town).

Au chemin de Strasbourg, il existe, outre les grands ateliers de réparation pour les machines à Épernay, des ateliers de moindre importance à Montigny-les-Metz, et un atelier pour la réparation et la peinture des voitures à la Villette, près Paris.

Au chemin de Lyon, les grands ateliers étant à Paris, il existe une succursale importante à Dijon, où s'embranche le chemin de Besançon.

C'est ordinairement dans les ateliers ou dans les remises qui en dépendent que les machines vont s'abriter la nuit. Lors donc que ces ateliers ne sont pas placés dans la gare même, les machines ont à parcourir tous les jours une certaine distance. Il faut, autant que possible, éviter ces manœuvres, qui, en se multipliant, finissent par devenir assez dispendieuses. D'ailleurs, les réparations à faire aux machines, tenders ou wagons, sont bien plus faciles lorsque les ateliers sont près des stations, et il importe surtout, pour le service, que les communications entre les gares et les ateliers ou remisages et réserves de matériel soient promptes et faciles.

Composition des grands ateliers. — Nous avons déjà parlé de l'espace occupé par les ateliers principaux des différents chemins de fer. Ces ateliers doivent toujours renfermer :

Un atelier de montage de machines avec bancs d'ajusteur ;

Un atelier de machines-outils,

Un atelier de forges ;

Un atelier spécial pour la réparation des roues ;

Un atelier de chaudronnerie ;

Un atelier de réparations de voitures ;

Un atelier de peinture et une sellerie, avec dépendances pour menuisiers, tourneurs en bois, charrons, etc., et des hangars avec une cour pour les charpentiers ;

Des magasins avec logement pour le garde-magasin ;

Un bâtiment pour loger le directeur des ateliers et placer le bureau de l'administration des ateliers, des dessinateurs, etc. ;

Des réservoirs, des grues hydrauliques, etc. ;

Quelquefois, mais très-rarement, ils renferment une fonderie de fonte ; plus souvent une fonderie de cuivre.

Au chemin du Grand-Junction, les ateliers se subdivisaient, il y a quelques années, lorsque nous les avons visités, en trois grandes sections :

1° La section pour la réparation des machines ;

2° La section pour la réparation des voitures de voyageurs ;

3° La section pour la réparation des wagons de marchandises.

Les bâtiments qui composent les ateliers sont ordinairement placés autour d'une ou plusieurs cours quadrilatérales (Orléans, Wolverton, Crewe, Malines, Vienne).

Conditions que doivent remplir les ateliers. — Cette disposition est très-convenable en ce qu'elle permet :

1° De bien éclairer les ateliers ;

2° De ne laisser entrer et sortir les ouvriers que par une seule porte ;

3° D'établir une communication facile entre les différents bâtiments ;

4° De laisser libre un espace convenable pour les chantiers en plein air au centre même des ateliers, à portée de chacun d'eux ;

5° De faciliter la surveillance ; toutes conditions qu'il est très-important de remplir simultanément.

Une disposition vicieuse des ateliers, aussi bien qu'une disposi-

tion mal étudiée des gares, entraîne dans des frais d'exploitation plus élevés qu'on ne l'avait prévu.

Les forges, les ateliers de montage et la chaudronnerie sont généralement établis sous de simples hangars (Orléans, Wolverton, Crewe, Malines).

Le bâtiment des machines-outils souvent aussi consiste en un simple hangar (Orléans, Wolverton, Crewe).

Quelquefois cependant il est à deux étages. Les grosses machines sont alors placées au rez-de-chaussée et les machines les plus légères au premier étage (Derby, etc.). Les bâtiments pour la réparation des voitures sont très-souvent à deux étages (Malines, Derby, etc.).

Les travaux de peinture et de sellerie se font au premier, les travaux de charpente au rez-de-chaussée.

Les ateliers à deux étages coûtent relativement moins cher d'établissement que ceux à un étage ; mais le service y est plus difficile et les manœuvres beaucoup plus coûteuses.

Les ateliers sont ordinairement éclairés sur le côté par de très-grandes fenêtres; il importe qu'ils reçoivent beaucoup de jour, ceux de montage et des machines-outils surtout.

Les pièces pour les réparations de machines sont d'abord forgées, puis achevées dans l'atelier des machines-outils, et enfin employées dans l'atelier de montage. Il convient donc que les bâtiments des forges, des machines-outils et de montage soient placés à la suite les uns des autres, comme ils le sont au chemin d'Orléans.

On place des bancs d'ajusteur dans les ateliers des machines-outils et dans ceux de montage, mais il faut éviter d'y placer des forges. La poussière du charbon, en pénétrant dans les machines-outils et dans les machines locomotives, leur deviendrait très-nuisible.

Les charpentiers travaillant en même temps aux machines, aux tenders et aux voitures, les hangars qui leur servent d'abri ne doivent pas être très-éloignés ni des ateliers affectés plus spécialement à la réparation des machines, ni de ceux où l'on répare les voitures.

La chaudronnerie, où l'on fabrique et répare les chaudières de

locomotives et les tenders, doit être, autant que possible, placée entre le bâtiment des forges et le hangar des charpentiers, ou du moins à proximité de l'un et de l'autre, la fonderie de laiton à côté de la chaudronnerie.

Les ateliers doivent être assez vastes pour que les appareils s'y logent facilement et que les ouvriers y circulent et travaillent aisément.

Nous citerons comme exemples d'ateliers bien disposés ceux de Lyon, d'Orléans, du Nord, de l'Ouest et de l'Est.

Charpente des ateliers. — La charpente des ateliers d'ajustage doit être assez solide pour supporter les paliers des arbres et des roues servant à mettre en mouvement les différentes machines.

Pour les autres ateliers, les charpentes peuvent être moins massives; néanmoins il convient de les combiner de telle façon qu'on puisse y prendre des points d'appui pour les grues de 3 à 4,000 kilogrammes.

Grues roulantes. — Les ateliers de montage sont généralement munis de grandes grues roulantes qui permettent de suspendre les chaudières des machines et de les séparer de leur train, ou même de soulever des machines tout entières. Cette disposition est infiniment moins coûteuse que celle qui consisterait à avoir à portée de chaque machine un appareil à demeure qui permettrait de l'enlever.

Outillage des grands ateliers. — Le matériel des chemins de fer exige, pour la construction et l'entretien, un outillage tout spécial et d'une grande importance, surtout en ce qui concerne les roues et les ressorts, car la réparation des roues donne lieu à l'une des dépenses les plus considérables des ateliers. Les machines qui composent l'outillage pour la construction et pour la réparation des machines locomotives diffèrent peu de celles qu'on emploie dans les fabriques de machines fixes.

Voies de fer dans les ateliers. — Il convient de disposer des voies de fer dans toutes les parties de l'atelier où l'on doit amener les pièces à réparer, et surtout dans celles où doivent entrer les machines, comme la chaudronnerie; il en est de même pour la menuiserie, les tours, machines à percer, appareils de calage, etc.

Surface des grands ateliers. — La superficie de la partie couverte des ateliers d'Épernay (lignes de l'Est) (fig. 334) se subdivise de la manière suivante :

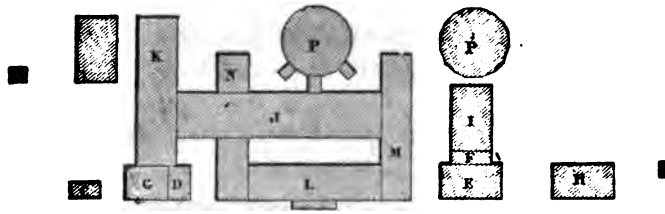


Fig. 334. — Disposition des ateliers d'Épernay.

LÉGENDE :

A	Concierge	9 × 9	= 81	412
B	Préposé au coke	9 × 9	= 81	
C	Logements	20 × 12,05	= 250	
D	Bureaux	15 × 24	= 288	
E	Magasins	40 × 24	= 960	1,456
F	Magasin à fer	8 × 26	= 208	
G	Menuiserie	28 × 24	= 672	
H	Magasin à bois	40 × 24	= 960	2,854
I	Bâtiment disponible	47 × 26	= 1,222	
J	Montage — Machines	136 × 30	= 4,080	6,680
K	Montage — Tenders	100 × 26	= 2,600	
L	Ajustage	90 × 24	= 2,160	5,732
M	Forge	100 × 20	= 2,000	
N	Chaudronnerie	70 × 20	= 1,400	
O	Machine à vapeur	25 × 4	= 100	
	Passage	12 × 6	= 72	
PP	Remises de locomotives			
				17,154

La surface des terrains est de 9 hectares.

Ces ateliers suffisent pour la réparation d'un matériel de 250 à 300 locomotives.

MAISONS DE GARDES.

Après avoir parlé des bâtiments établis dans les stations pour le service des voyageurs et des marchandises ou pour les ateliers, il ne sera sans doute pas hors de propos de dire quelques mots de ceux qui contiennent le logement des gardiens des passages à niveau et qui sont placés près de ces passages.

Les maisons de gardes établies dans l'origine sur les chemins de fer en exploitation ont été exécutées sur des dimensions et dans des conditions qui ont nécessité des dépenses assez élevées. Sur les

chemins de fer du Nord, de Lyon et de Strasbourg, les maisons des gardes construites par l'État sont composées d'un rez-de-chaussée, d'un premier étage et d'une cave assez vaste; elles sont revenues à 4,000 francs en moyenne. C'est le prix des maisons d'éclusiers construites sur les divers canaux exécutés par le gouvernement.

Les Compagnies ayant reconnu qu'il y avait plus de sûreté et en définitive plus d'économie à établir des maisons de gardes à tous les passages à niveau pour que le service puisse en être fait par les femmes des poseurs employés à l'entretien, et le nombre des maisons de gardes étant appelé à devenir plus considérable que dans l'origine, on a recherché si l'on ne pourrait pas établir des bâtiments d'une importance moindre et en conséquence d'une dépense plus restreinte.

Chemin du Nord. — Aux chemins de fer du Nord et d'Amiens à Boulogne, il a été construit des maisons à simple rez-de-chaussée et grenier, avec four et cellier, dont la dépense ne s'est pas élevée à plus de 2,200 francs; mais on a reconnu qu'elles étaient trop exiguës, et pour les lignes nouvelles on a admis un type dont le prix de revient est plus élevé.

Chemin de l'Est. — Plusieurs projets ont été faits pour les chemins concédés à la Compagnie de l'Est.

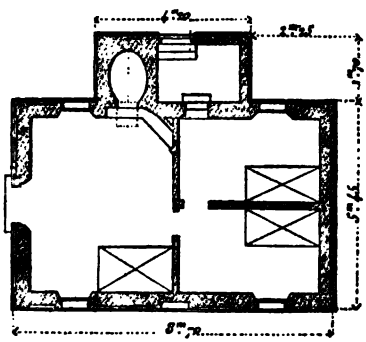


Fig. 335.

D'après le premier de ces projets (fig. 335), il n'y a que trois pièces au rez-de-chaussée avec un four et un petit cellier à l'extérieur du corps principal, et sur le corps principal un grenier dans lequel on monte avec une échelle de meunier. La surface totale du rez-de-chaussée est de 54^{m},46. Le bâtiment a à peu près à l'extérieur l'apparence des maisons de gardes du chemin de Strasbourg.

Le second projet (fig. 336), admet deux corps de bâtiment reliés

ensemble : le premier en avant n'a qu'un rez-de-chaussée, et le second est surélevé d'un étage. Il y a au rez-de chaussée du bâtiment de derrière un four avec un cellier et une autre pièce pour magasin. Au premier étage de ce dernier bâtiment se trouvent deux pièces pouvant servir de chambres à coucher.

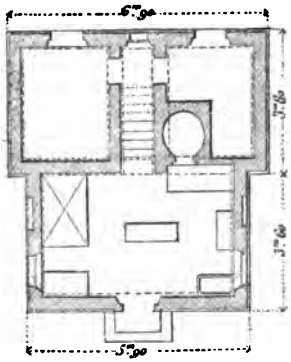


Fig. 336

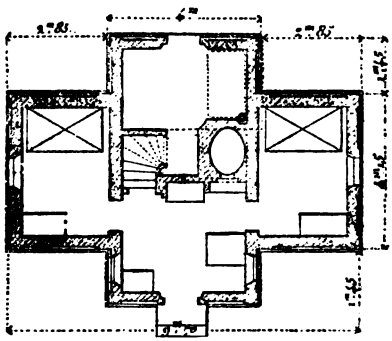


Fig. 337.

La Compagnie de l'Est a adopté ce second projet pour les maisons de gardes des passages à niveau établies en rase campagne, sur les lignes qui lui ont été nouvellement concédées.

Quant aux maisons de gardes à établir pour le service des passages à niveau dans les villes ou les chefs-lieux de canton, elles ont à peu près la forme et l'aspect que présente la figure 337. Les dimensions en sont seulement un peu plus grandes, et il y a une pièce de plus au rez-de-chaussée.

Le prix du mètre cube de maçonnerie en moellons bruts en élévation étant de 17 fr. 55 c., et celui du mètre cube de charpente en chêne avec assemblages étant de 140 francs, et de sapin 90 francs, la dépense moyenne pour 20 maisons de gardes du premier type a été de 4,135 francs, pour 2 du deuxième type, de 4,383 francs, et pour 3 du troisième type, de 4,353 francs.

Le prix du mètre cube de maçonnerie de moellons bruts en élévation étant de 14 fr. 55 c., du mètre cube de charpente en chêne avec assemblages de 140 francs, en sapin 90 francs, la dépense

moyenne pour 6 maisons de gardes du premier type a été de 3,895 francs, pour 6 du deuxième type, de 4,504 francs, pour 4 du troisième type, de 4,807 francs ; à cette dépense il faut ajouter pour un puits coûtant de 170 à 300 francs.

Chemin de Lyon. — Embranchements. — La compagnie du chemin de fer de Lyon a adopté pour ses embranchements un type de maison de garde composée d'un rez-de-chaussée sur cave et

Fig. 338.

d'un étage formé d'une chambre et d'un grenier. La chambre est mansardée, on y arrive par un escalier placé sur le côté de la pièce du fond.

La figure 338 représente cette maison, dont la surface couverte est de 40 mètres carrés.

Chemin de Lyon-Méditerranée. — Réseau sud. — Sur la partie sud de son réseau (ligne de Marseille-Toulon), la compagnie du chemin de Lyon à la Méditerranée a fait construire des maisons dont

le rez-de-chaussée, formé d'une chambre à alcôve flanquée de deux cabinets et d'une cuisine, est surmonté d'un étage. L'escalier qui y conduit prend son emmarchement dans la cuisine et mène sur un palier qui dessert deux chambres séparées par un grenier.

Ce bâtiment, représenté figure 339, mesure $9^m,50$ de long sur $5^m,50$ de profondeur et couvre une surface de $52^m,25$.

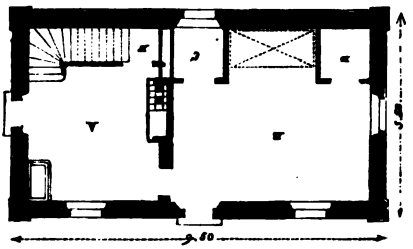


Fig. 339.

Chemin du Midi. — Au chemin du Midi on a adopté deux types, l'un pour les passages en déblai, l'autre pour ceux en remblai.

Le premier type, qui n'a pas de cave, est un peu plus grand et a $50^m,66$ de surface, soit 55 fr. 27 c. le mètre superficiel.

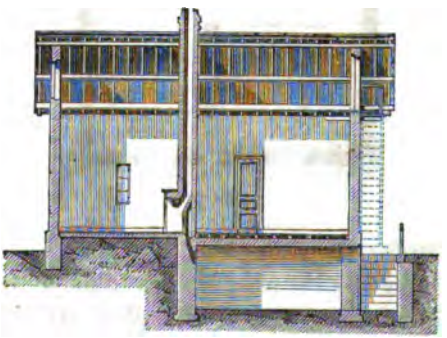


Fig. 340. — 1.

Le deuxième, qui couvre une surface de $42^m,50$, comporte toujours une cave. Son prix d'établissement s'élève à 2,960 fr., ce qui fait ressortir le mètre de construction à 69 fr. 14 c., avec des prix de main-d'œuvre et de matériaux relativement faibles.

Ces deux bâtiments (fig. 340), qui n'ont qu'un rez-de-chaussée plafonné avec faux grenier au-dessus, sont composés de deux pièces

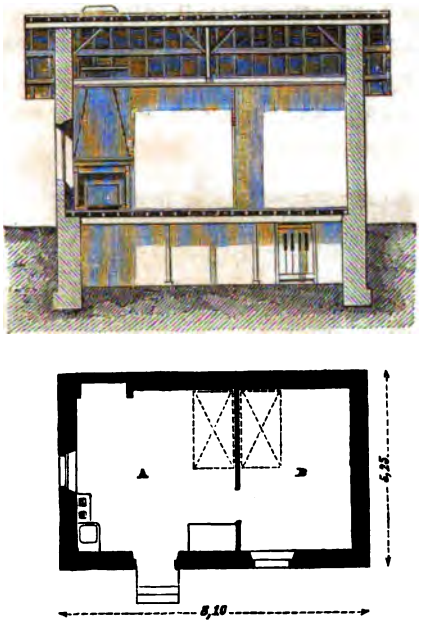


Fig. 340. — 2.

à lit. Le bâtiment en déblai comporte en plus, pour remplacer la cave qui n'existe pas, un petit cabinet ou cellier à l'arrière du bâtiment.

Ligne du Bourbonnais. — Sur la ligne du Bourbonnais, les maisons de garde se ressentent de l'esprit qui a présidé à l'étude des stations; elles sont plus luxueuses que sur les autres lignes : bossages, soubassements à joints incertains, bandeaux autour des baies, rien n'a été négligé pour leur enlever le caractère d'uniformité qu'on rencontre dans ces constructions sur les autres lignes.

Ce bâtiment (fig. 341) se compose, au rez-de-chaussée, de trois chambres à coucher et d'une cuisine placée dans une petite construction formant avant corps sur le bâtiment.

Dans les combles sont aussi établis des cabinets et un grenier auxquels on accède par une échelle à meunier placée extérieurement.

Une cave règne sous une partie du bâtiment.

Une petite véranda en menuiserie avec barrière en bois découpé, couvre l'escalier du rez-de-chaussée donnant sur la voie.

Ce bâtiment occupe une surface de 49 mètres carrés.

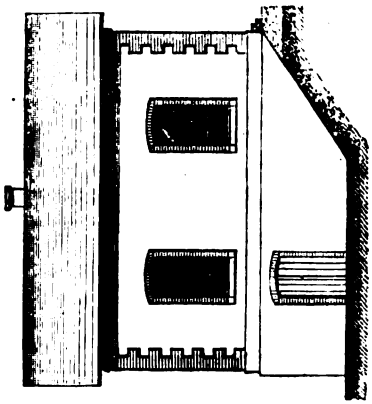
Fig. 341.

Chemin de l'Ouest. — Au chemin de fer de l'Ouest, sur la section du Mans, M. Armand Martin, ingénieur des travaux, a étudié deux types de maisons de gardes (fig. 342 et 343) dont l'un surtout paraît donner toute satisfaction.

Les maisons des deux premières parties de la Loupe au Mans ont été construites au-dessus du socle en pierre placé au niveau du terrain, en maçonnerie de briques pour les angles, montants et linteaux, et en maçonnerie ordinaire de moellons pour tous les murs

et pignons, avec enduits intérieurs et extérieurs en mortier, le tout avec chaux hydraulique.

Sur la partie du Mans au département de la Mayenne, le socle a



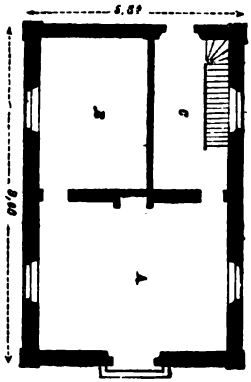
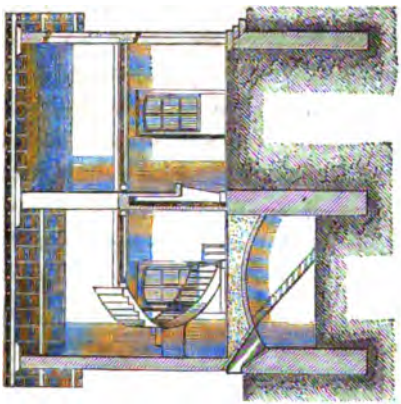


Fig. 313.



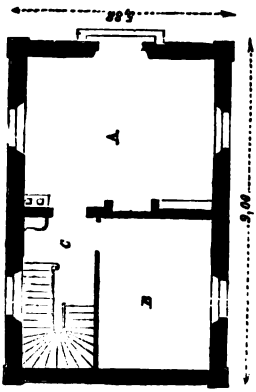


Fig. 312.

été formé d'une seule assise en moellons piqués de $0^{m},20$, les angles, montants, etc., ont été établis en pierre tendre dite tuffeaux, qui durcit quelque peu à l'air. Tous les mortiers des maçonneries au-dessus du socle ont été composés avec de la chaux grasse, la

chaux hydraulique ayant été uniquement réservée pour les parties inférieures et les fondations.

Sur la partie de la Loupe au Mans, les maisons ne comportent une cave que lorsque la hauteur du remblai du chemin de fer a donné une hauteur suffisante (soit 2 mètres au moins pour le socle), tandis que les maisons du second type (du Mans au département de la Mayenne) ont toujours une cave.

Les maisons du premier type ont coûté chacune en moyenne 5,700 fr.

Celles du second type n'ont coûté que 4,334 fr. 87 c.

Les prix élémentaires étaient assez élevés. On payait 18 fr. 85 c. pour le mètre cube de maçonnerie en moellons ordinaires, 31 fr. 75 c. pour le moellon smillé, et 91 fr. 63 c. pour la pierre de taille.

DÉCORATION ARCHITECTONIQUE DES GARES.

Conditions que doit remplir l'architecture d'une gare. — L'architecture d'un monument doit révéler sa destination. Les péristyles annoncent les théâtres, les temples anciens et les églises modernes. Les clochers, les tours élevées, les portes en ogive, caractérisent les églises du moyen âge. Les gares de chemin de fer, celles des extrémités surtout, ont aussi leur architecture spéciale. Dans les gares terminales, comme dans tous les édifices qui servent de réunion à un public nombreux, il existe souvent des péristyles au fond desquels se dessinent des portes ou des fenêtres en plein cintre de grandes dimensions, destinées à éclairer d'immenses vestibules ou à donner issue au flot des voyageurs qu'amène chaque convoi. Mais ce qui caractérise surtout la façade principale, c'est une horloge *monumentale*, et, quand cette façade ferme la gare, un grand arc ou un immense fronton qui accuse la forme du comble recouvrant la halle des voyageurs.

Gare terminale de l'Est, à Paris. — La gare terminale des chemins de l'Est (figure 344) (à Paris) offre l'exemple le plus saillant de cette architecture des chemins de fer. Il était à regretter que les voitures ne pussent pas arriver sous la colonnade pour y débarquer

GUIGUET FILS SC.

Paris. Imp. Geny, gros r. St Jacques 33.

Gare des Chemins de fer de l'Est à Paris

Fig. 344

Pag. 492. 2e Vol.

Paris. Imp. Geny-gros r. St Jacques 53.

Gare des Chemins de fer du Nord, à Bruxelles.

Fig. 345.

Pag 493. 2e Vol.

et embarquer les voyageurs à l'abri ; mais l'ouverture du boulevard de Sébastopol ayant nécessité l'établissement d'un perron, cette faculté leur eût été dans tous les cas interdite. Les chapitaux des colonnes sont ornés de sculptures représentant les différents produits agricoles cultivés sur le parcours de la ligne. Cette décoration originale n'est pas d'un mauvais effet. Au-dessus des colonnes, entre les retombées, l'architecte a placé les armes des différentes villes desservies par le chemin. L'horloge est d'une grande élégance ; elle sert d'appui à deux gracieuses statues à demi couchées, la Seine et le Rhin, dont les artistes s'accordent à faire l'éloge. Au sommet du fronton est la ville de Strasbourg, assise sur un mortier. La rosace en fer et en verre qui ferme le grand arc en pierre terminant la halle est d'un dessin remarquable, et, placée à quelques mètres en arrière de la colonnade qu'elle surmonte, elle produit l'effet le plus heureux. A droite et à gauche enfin s'élèvent deux pavillons en saillie dont la façade est dans le même plan que celle du péristyle. L'architecte, M. Duquesney, auteur de ce beau travail, a trop peu vécu pour le voir achevé.

Gare terminale à Strasbourg. — La même pensée a présidé à l'étude de la façade de la gare terminale du chemin de fer de l'Est, à Strasbourg ; mais le bâtiment a été construit sur de moins grandes dimensions et le grand arc a été remplacé par un double fronton.

Gare terminale du Nord, à Bruxelles. — A côté de la gare terminale du chemin de Strasbourg à Paris, il faut citer celle du chemin du Nord à Bruxelles. La façade (fig. 345) du bâtiment placé en tête est d'une architecture grande et riche. L'admission des voyageurs a lieu par le côté. Les façades latérales sont en harmonie avec celle de l'extrémité, mais elles sont un peu moins riches.

Gare terminale du chemin du Nord, à Paris. — Au chemin du Nord, on construit en ce moment à Paris, à l'extrémité de la nouvelle gare, une façade d'une grande étendue et d'une grande richesse. Cette façade n'étant pas encore terminée, nous nous abstiendrons de la juger.

Gares terminales des chemins de Saint-Germain et Versailles. — Pour des gares moins importantes que celles du chemin de l'Est,

il aurait été hors de propos d'adopter une décoration architectonique aussi riche, aussi grandiose. La façade de ces gares doit être en rapport avec le mouvement de la ligne desservie. Comme modèles de façades moins saillantes que celle de la gare de Strasbourg et cependant bien appropriées au chemin auquel elles servent de tête, nous citerons la façade du bâtiment de Saint-Germain à Paris et celles des deux chemins de Versailles, à Versailles [1].

Au chemin de Saint-Germain on arrive immédiatement, par un magnifique perron et par plusieurs portes cintrées, à un beau vestibule, et des deux côtés de la cour règnent des galeries sous lesquelles on peut, dans les temps de pluie, descendre à couvert pour monter ensuite au vestibule par des escaliers latéraux également couverts.

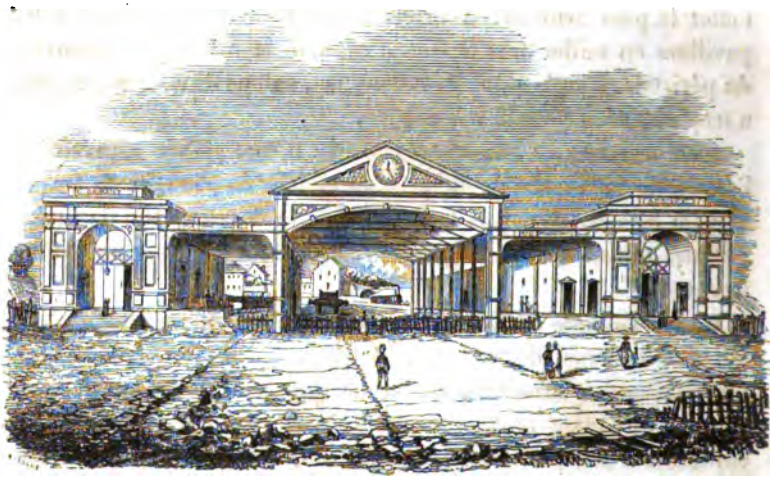


Fig. 346. — Façade extrême du chemin de Versailles (rive gauche), à Versailles.

La gare extrême du chemin de Versailles, rive gauche, à Versailles, est entièrement ouverte, comme le représente la fig. 346. Le public placé à l'extérieur peut donc jouir de l'intéressant spec-

[1] C'est M. Armand, architecte, qui a fait le projet de la gare de Saint-Germain et de Versailles, rive droite.

tacle que lui offre le mouvement des convois et des locomotives à l'intérieur. Le fronton et l'entablement sont en plâtre; mais ils avaient été projetés en fonte, ce qui eût été beaucoup plus convenable. La raison d'économie, puissante pour une Compagnie dont le capital est épuisé, a seul fait donner la préférence au plâtre.

Gare à Versailles. — La façade de la gare extrême du chemin de Versailles, rive droite, à Versailles (fig. 347), est simple, mais d'un goût très-pur.

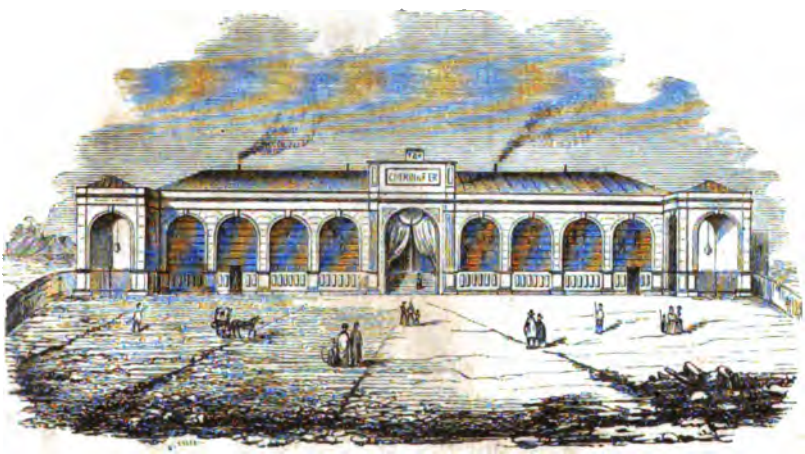


Fig. 347. — Façade extrême du chemin de Versailles (rive droite), à Versailles.

Gare de Metz. — La façade extrême de la gare de Metz (fig. 348) a une grande analogie avec celle du chemin de Versailles (rive gauche), à Versailles; seulement elle est fermée dans toute sa hauteur par un vitrage et toute la décoration consiste en bois découpé.

Gare terminale du chemin de Londres à Birmingham. — La figure 349 représente une espèce d'arc de triomphe qui sert de point de départ au chemin de Londres à Birmingham, l'un des premiers construits en Angleterre, devenu aujourd'hui l'un des chemins composant le Great-Northern, ou grand chemin du nord de l'Angleterre. Nous ne saurions approuver ce monument, dont

Fig. 349. — Gare de Metz.

l'architecture n'est nullement en rapport avec la destination de la grande voie ferrée dont il forme la tête.

Architecture des stations intermédiaires. — L'architecture des stations intermédiaires placées dans de grandes villes doit être en rapport avec celle des édifices principaux de la ville. Ainsi, à Nancy, ville toute monumentale, l'architecture de la station rappelle celle des belles créations de Stanislas.

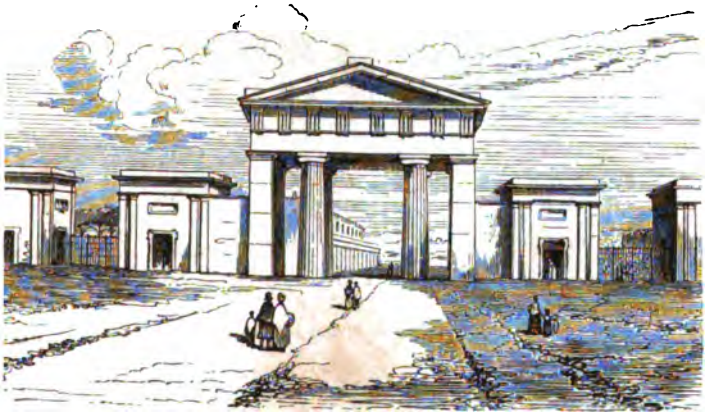


Fig. 349. — Gare du chemin de Londres à Birmingham.

Les petites stations isolées dans les campagnes doivent être construites avec une grande simplicité. Celles du chemin de fer d'Auteuil (fig. 350) n'ont qu'un simple rez-de-chaussée éclairé par de

Fig. 350. — Station de la porte Maillot. Chemin d'Auteuil.

hautes et larges fenêtres cintrées. Celles du chemin badois (fig. 351 et 352), dans la belle vallée du Rhin, ne sont autre chose que d'élégantes maisons de paysans, de gracieux chalets.

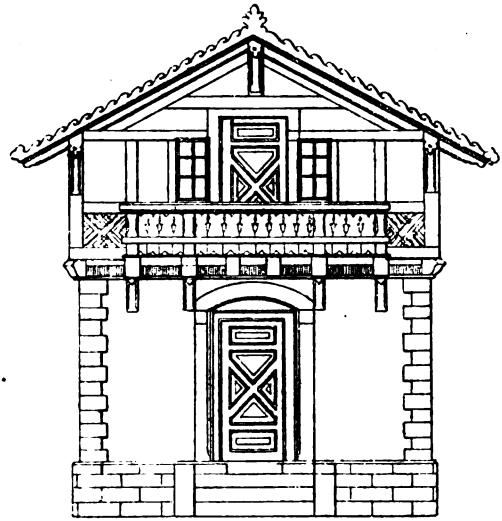


Fig. 351. — Station badoise.

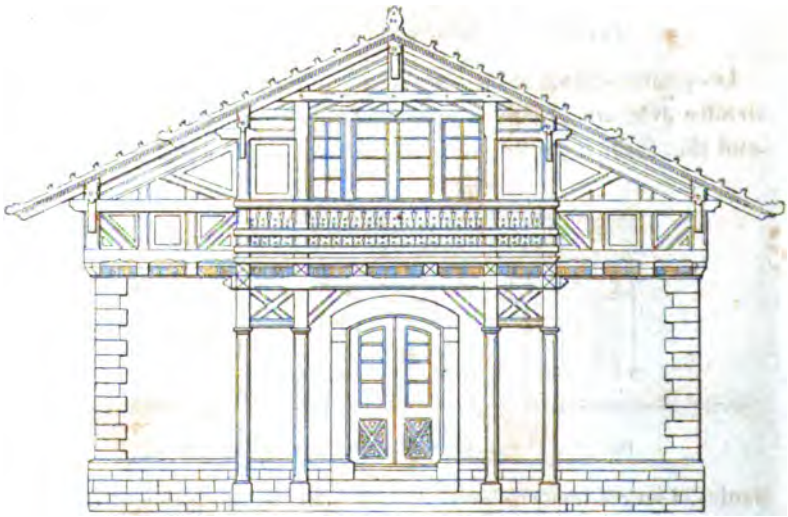


Fig. 352. — Autre station des chemins badois.

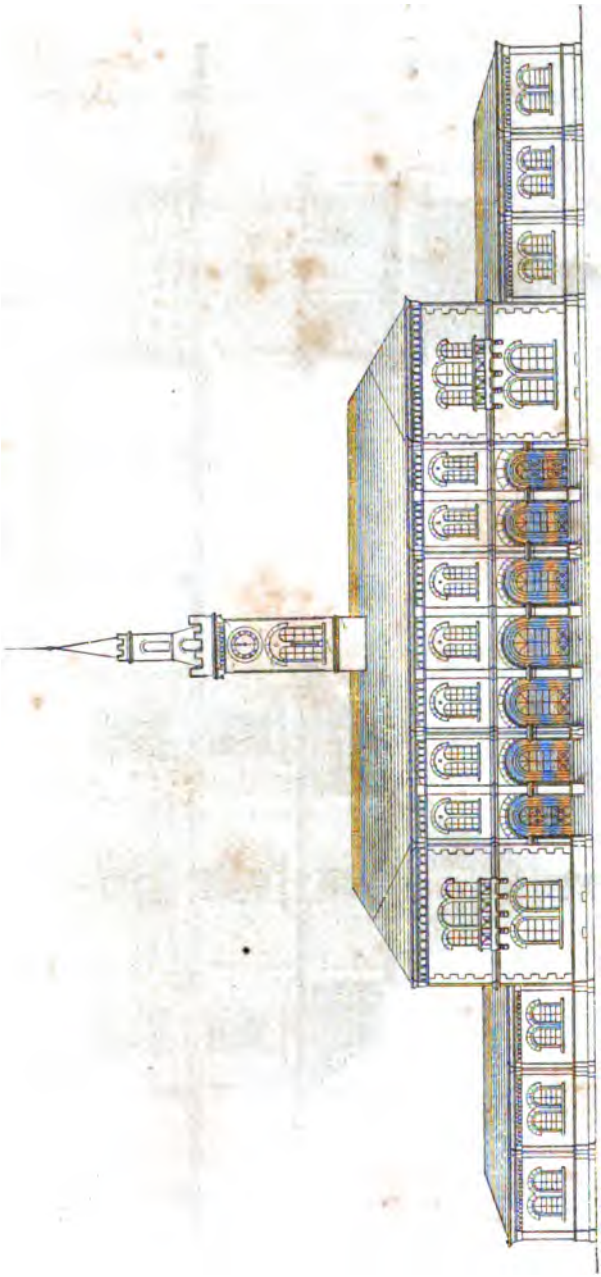


Fig. 355. — Gare de Fribourg en Brisgau.

Fig. 554. — Gare de Sainte-Anne, ligne de Nantes à Châteaulin (réseau d'Orléans).

Les stations principales du même chemin méritent également d'être reproduites. La figure 353 représente l'élévation de celle de Fribourg en Brisgau. On remarquera le campanile qui surmonte le bâtiment et qui contient l'horloge. Des campaniles semblables se retrouvent dans presque toutes les stations de quelque importance de ce chemin.

La figure 354 représente l'élévation de la gare intermédiaire de Sainte-Anne, sur la ligne de Nantes à Châteaulin, chemin d'Orléans.

CHAPITRE X

DES WAGONS OU VOITURES EMPLOYÉES SUR LES CHEMINS DE FER

Généralités. — Le choix et la bonne exécution du matériel définitif d'un chemin de fer sont de la plus grande importance. Avec un matériel défectueux, la dépense n'augmente pas seulement du surcroît des frais d'entretien, mais aussi de celui des frais de traction qu'il nécessite.

On doit donc apporter toute l'attention possible à l'étude du matériel roulant, et en faire la commande de telle sorte, que le fabricant puisse approvisionner ses matériaux, sécher ses bois et travailler avec soin ; sans cela, on perd le droit d'être exigeant lors de la réception.

On confie généralement la construction de ce matériel à un ou plusieurs fabricants ; quelquefois cependant les grandes compagnies l'exécutent dans leurs propres ateliers.

Lorsque, pour la première fois, on fit rouler un wagon sur un chemin de fer, on s'aperçut bientôt qu'il ne suffisait pas, pour qu'il se maintînt sur les rails, que les roues fussent munies de rebords. Les voitures à deux roues, de quelque manière qu'on les construisît, toutes les fois qu'une des roues venait à rencontrer un obstacle, tournaient et sortaient infailliblement de la voie. Il en était de même de celles à quatre roues, quand les roues étaient mobiles sur l'essieu ou que l'essieu de devant pouvait changer de direction indépendamment du corps de la voiture, comme dans les voitures qui marchent sur les routes ordinaires. Les roues étant mobiles et

les essieux parallèles, la roue jumelle, c'est-à-dire la roue portée sur le même essieu que celle arrêtée par l'obstacle, continuait à tourner et entraînait le mouvement de rotation, ainsi que le déraillement de la voiture. Les essieux changeant de direction indépendamment l'un de l'autre, un effet analogue se produisait : l'essieu portant la roue devenue stationnaire occasionnait alors le déraillement, en prenant une direction inclinée sur celle de l'autre essieu.

A l'entrée des courbes, le rebord de la roue d'avant placée du côté de la convexité de la courbe rencontrait nécessairement le rail ; l'essieu changeait de direction en s'éloignant de celle du rayon de la courbe, et le wagon était encore jeté hors des rails.

C'est ainsi que l'on fut conduit par l'expérience :

1° *A n'employer sur les chemins de fer que des voitures à quatre roues au moins ;*

2° *A rendre les roues jumelles solidaires en les fixant sur les essieux, lesquels tournaient alors dans des boîtes fixées au corps de la voiture ou aux ressorts qui la portent ;*

3° *A disposer les essieux de manière qu'ils restent invariablement parallèles ou à peu près dans les wagons à quatre roues. De cette façon, l'essieu d'avant ne peut changer de direction sans que le corps de la voiture en change également.*

Les wagons des chemins de fer diffèrent donc essentiellement des voitures employées sur les routes ordinaires.

Les wagons à quatre roues sont le plus généralement en usage, du moins en Europe ; cependant on en fait aussi à six et à huit roues.

Dans les wagons à six roues, les essieux sont ordinairement parallèles. Sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon, toutefois, on s'est servi pendant longtemps de voitures à six roues dont un des essieux pouvait tourner dans un plan parallèle à celui du chemin, indépendamment des deux autres.

Dans ceux à huit roues, les essieux ne sont ordinairement parallèles que deux à deux. La caisse, comme on peut le reconnaître fig. 355, est portée sur deux trains distincts, à quatre roues chacun, qui peuvent tourner indépendamment l'un de l'autre, chacun autour d'une cheville ouvrière perpendiculaire au plan du chemin.

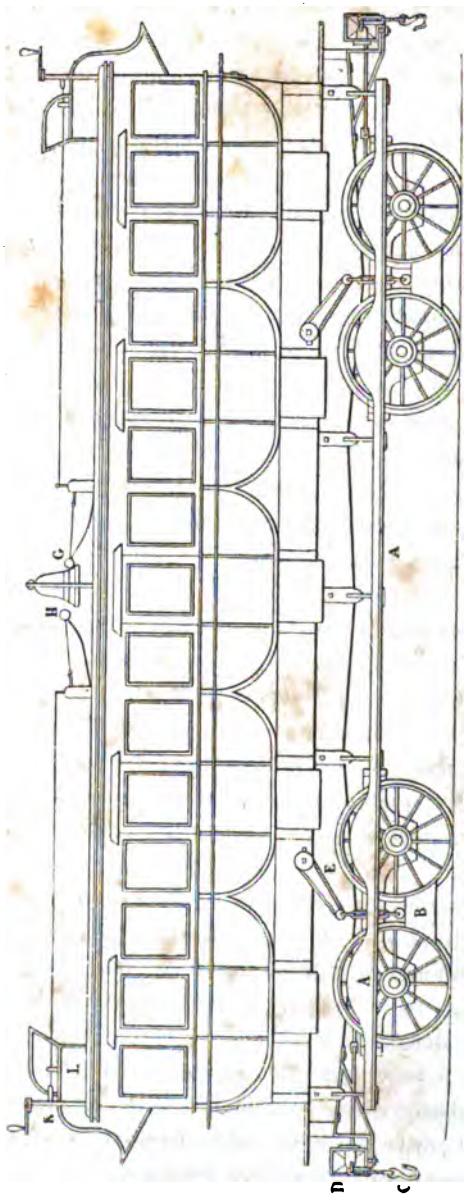


Fig. 338. — Wagon à huit roues.

On distingue dans un wagon deux parties principales, savoir : le *train* et la *caisse*.

La caisse, dont les formes et dimensions sont très-variables,

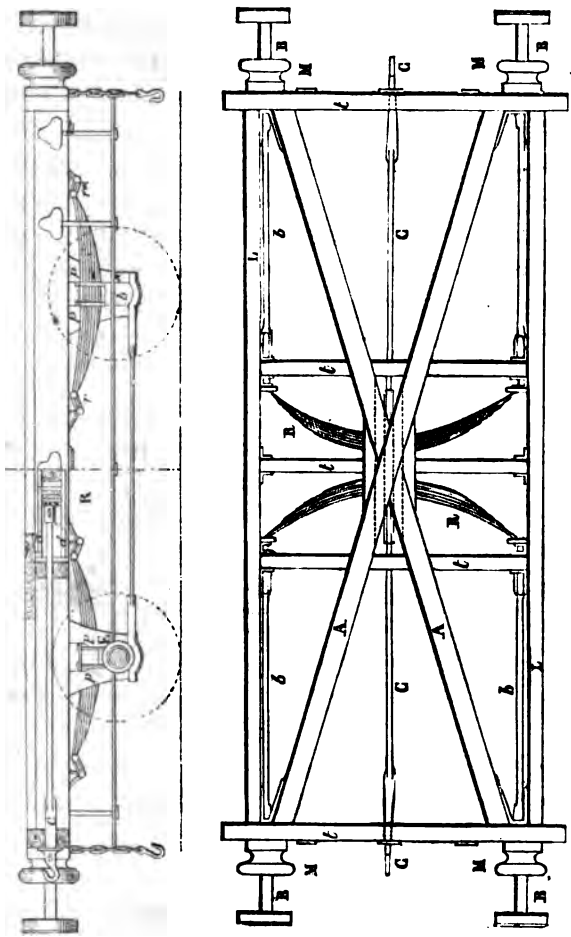


Fig. 356. — Châssis du chemin de fer de Rouen.

suivant le genre de transport auquel elle est destinée, est portée sur le train (fig. 356). Celui-ci se compose généralement d'un *cadre* ou *châssis* en charpente dont la forme est à peu près la même pour toutes les sortes de wagons employés dans un chemin de

fer. Ce cadre repose sur les extrémités des *ressorts de suspension rr*, auxquels sont liés en leur milieu, par des boulons à brides, les boîtes à graisse *b*. La boîte à graisse est maintenue entre les deux saillies d'une plaque en fer forgé ou en tôle épaisse solidement fixée au châssis, dite *plaque de garde*, *pp*; elle peut ainsi glisser de haut en bas ou de bas en haut dans cette plaque, en faisant jouer le ressort; mais elle est entraînée dans le mouvement de translation de la voiture.

Les boîtes à graisse reposent sur les *fusées des essieux* E, et forcent à leur tour ceux-ci à suivre le mouvement du véhicule; on voit par là que tout le poids de la voiture repose sur les extrémités des essieux par l'intermédiaire des ressorts et des boîtes à graisse. Il existe cependant des wagons non suspendus dans lesquels les boîtes à graisse sont directement fixées au châssis. Dans ce cas, les ressorts et les plaques de garde sont supprimés.

Enfin les châssis portent des appareils destinés à relier entre eux et avec le moteur les wagons qui composent le train. Ces appareils sont munis en général de *ressorts* dont le but est d'amortir les chocs qui se produisent entre les différentes voitures d'un convoi.

Châssis. — Dans les châssis actuellement employés sur presque tous les chemins de fer, les principales différences proviennent de la disposition des appareils d'attelage dits de *choc et de traction*. Nous allons donc nous occuper simultanément des châssis et des appareils d'attelage.

La figure 356 représente en plan et en coupe le châssis des voitures de l'ancien chemin de fer de Paris à Rouen (aujourd'hui partie du chemin de l'Ouest), qui a servi de type à tous ceux des lignes construites en France depuis lors.

Il se compose de deux *longerons* ou *brancards* LL en bois (fig. 356), assemblés à tenons dans deux *traverses extrêmes tt* et réunis en outre par trois *traverses intermédiaires t't't'* également assemblées à tenons dans les brancards.

Une *croix de Saint-André*, composée de deux pièces de bois AA qui se croisent au moyen d'une entaille à mi-bois, donne au châssis

l'invariabilité de forme dont il a besoin pour résister aux efforts auxquels il est soumis pendant la marche du convoi.

Tous les assemblages de ces pièces entre elles sont consolidés au moyen d'*équerres*, de *harpons en fer* et de *boulons*.

Deux *grands ressorts de choc et traction* RR (fig. 356) sont fixés en leur milieu dans une bride munie d'un renflement cylindrique, dans lequel les extrémités des tiges de traction CC sont assemblées au moyen de clavettes.

Ces ressorts s'appuient par leurs deux bouts sur de petites *mannettes* en fonte qui terminent les *tiges de tampon* B *b*. Ces tiges sont munies à leur autre extrémité de tampons B en bois dur; les ressorts sont guidés en leur milieu par deux *cadres dd*, en fer plat, fixés au moyen de sabots en fonte sur les traverses intermédiaires de part et d'autre des ressorts.

Voici comment fonctionne cet appareil :

Quand on exerce un effort sur la tige de traction, le ressort correspondant perd de sa flèche, et appuie alors fortement par ses extrémités sur la traverse du châssis, qu'il entraîne progressivement et sans secousse.

Si l'on suppose un second châssis attelé au premier par les crochets de traction, dès que le premier se sera mis en mouvement, il tendra à entraîner le second ; mais cet effet n'aura lieu que lorsque le ressort d'arrière du premier et celui d'avant du second wagon se seront assez aplatis pour acquérir une tension équivalente à la résistance qu'oppose un wagon. On voit donc que le démarrage de tout un train se fera successivement, et donnera lieu à peu ou point de secousses.

Si la liaison des wagons qui composent un train ne se faisait qu'au moyen de l'appareil de traction, dès que l'avant du train ralentirait son mouvement, tous les wagons placés derrière viendraient choquer ceux qui les précèdent, en vertu de leur vitesse acquise.

Pour éviter les détériorations du matériel qui résulteraient de ces chocs, on dispose les tampons BB de manière qu'ils se touchent d'une voiture à l'autre. Quand le ralentissement dont nous venons de parler a lieu, la queue du train appuie sur les tampons du premier wagon et fait fléchir le ressort R (fig. 356). Ce res-

sort est maintenu en son milieu par la tige de traction et pressé à ses extrémités par les tiges de tampons, qui cèdent en glissant dans le sens de la longueur du châssis. Ici encore le ralentissement ne se fait que progressivement de l'avant à l'arrière du train.

Dans le châssis du chemin de fer de Paris à Rouen (fig. 356), les tiges de tampons sont guidées par de petits sabots en fonte *ss*, fixés sur les traverses intermédiaires, et par des *faux tampons* MM en bois, garnis intérieurement de fer, fixés sur les traverses extrêmes. Ces tiges sont carrées dans la partie qui traverse le faux tampon et rondes au delà.

Des deux tampons placés à une même extrémité d'un wagon, l'un est ordinairement plat et l'autre convexe. Le tampon plat est en contact avec un tampon convexe du wagon contigu, et le tampon convexe avec un tampon plat.

Dans les châssis des chemins de fer construits plus récemment, le faux tampon est en fonte, la partie de la tige qui le traverse est ronde et tournée avec soin, tandis que le reste est carré. On obtient de cette manière des appareils construits avec plus de précision et qui cependant ne laissent rien à désirer sous le rapport de la douceur du mouvement.

Autrefois on munissait fréquemment les châssis de ressorts de choc et de traction distincts. Cette disposition est bonne en principe, mais elle augmente les frais d'établissement des wagons. On a aussi quelquefois placé les ressorts de choc et de traction vers l'extrémité du châssis. On raccourcit ainsi les tiges de traction et des tampons; mais on charge le bout des longerons, qui fléchissent souvent, et l'on fatigue les traverses, qui supportent tous les chocs.

Au chemin de Versailles (rive gauche), on a fait usage de ressorts de choc et de traction beaucoup plus petits (fig. 357). Ces ressorts *rr'* étaient du genre de ceux que l'on nomme *ressorts à pincettes*, et s'appuyaient par leurs extrémités sur la traverse du milieu du châssis. Les tiges *tt*, qui servaient en même temps de tiges de choc et de tiges de traction, portaient à l'une de leurs extrémités un tampon et à l'autre des étriers qui embrassaient les deux ressorts. L'une des tiges portait un seul étrier; l'autre se terminait

par une fourche dont chacun des bras formait étrier. Des deux côtés des tampons se trouvaient des crochets et des anneaux recevant les anneaux ou les crochets des chaînes réunissant les voitures. Lorsque l'effort de traction s'exerçait sur la tige B, le ressort était tiré dans la direction *xy* par son milieu et pressait en se ployant la

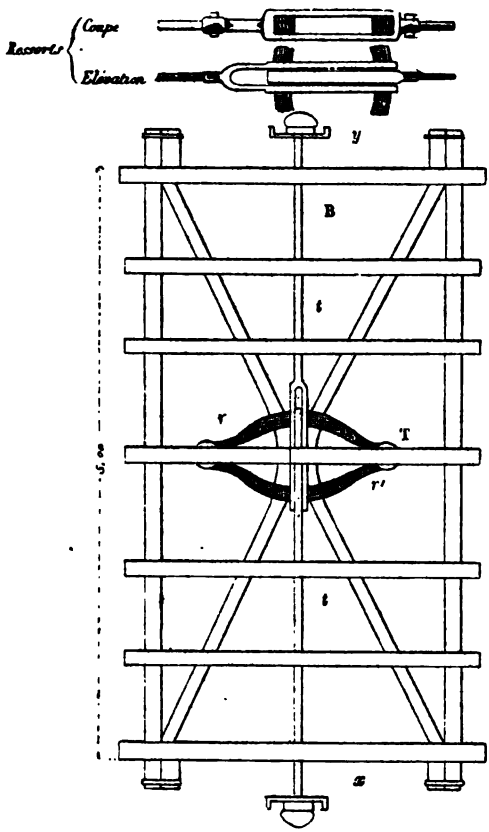


Fig. 557. — Châssis du chemin de fer de Versailles (rive gauche).

traverse T par ses extrémités. Cette traverse entraînait le wagon. Dans le cas d'un choc, c'était le ressort *r'* qui travaillait et qui alors était poussé en son milieu dans la direction *yx*.

La croix de Saint-André de ces châssis était formée de deux

pièces de bois courbées à la vapeur. L'ensemble en était simple et solide; mais les tampons, dans ce système, ne se touchant qu'en un seul point, le déplacement latéral s'opérait plus facilement, ce qui augmentait le mouvement de lacet.

Quand les châssis deviennent très-longs, on multiplie le nombre des traverses intermédiaires et l'on emploie quelquefois deux croix de Saint-André, parce qu'une croix unique présenterait des angles trop aigus, qu'elle ne résisterait pas suffisamment aux efforts qui tendent à déformer le châssis, et surtout parce qu'elle gênerait le passage des roues.

Appareil de choc et de traction. Ressorts à boudin. — On a employé quelquefois des *ressorts à boudin* pour les appareils de choc et de traction. Nous citerons le châssis du chemin de fer de Glocester à Birmingham, dans lequel l'attelage présente encore cette particularité que les deux crochets de traction sont fixés sur une tige unique. Cette tige agit sur le châssis par l'intermédiaire des ressorts; mais, comme elle est liée par un appareil inextensible aux tiges des autres wagons qui composent le train, l'effort du moteur s'exerce *simultanément* et non *successivement* sur toutes ces voitures.

Ressorts en volute. — En Angleterre et en Allemagne, on fait

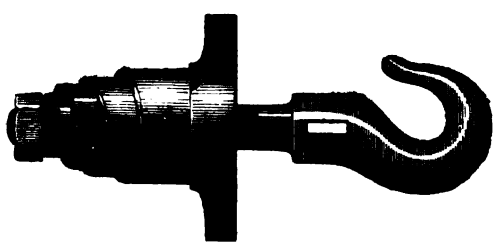


Fig. 358. — Ressort en volute.

encore usage de ressorts formés d'une barre d'acier méplat contourné en volute (fig. 358).

Ressorts Brown. — L'appareil de choc de Brown (fig. 359) se compose d'un manchon en fonte fixé à la traverse et servant d'enveloppe au ressort, d'un plongeur en fer forgé portant à son ex-

trémité le tampon de choc qui est sans garniture aucune, et d'un ressort en acier rond, tourné en spirale, de telle façon que les spires puissent entrer les uns dans les autres au moment du refoulement. Les spires du plus grand diamètre appuient sur le manchon, la spire la plus petite est en contact avec le plongeur qui le comprime.

Cet appareil, qui a déjà donné d'excellents résultats, va être incessamment employé sur une grande échelle par plusieurs Compagnies.

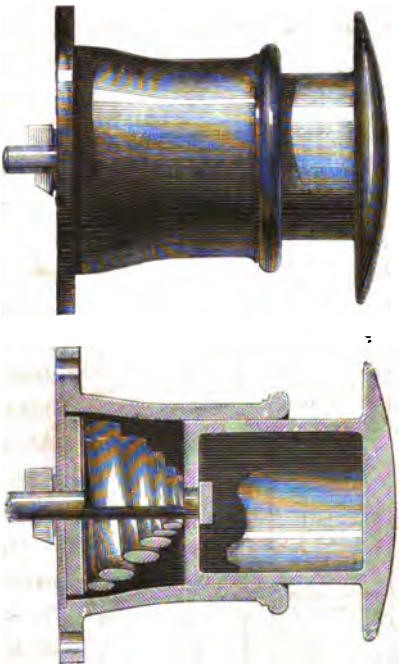


Fig. 359. —Ressort Brown.

Ressorts en caoutchouc vulcanisé. — Depuis quelques années, on se sert aussi sur plusieurs lignes de chemins de fer d'appareils de choc et de traction dans lesquels les ressorts en acier sont remplacés par des rondelles en *caoutchouc vulcanisé.*

La figure 360 représente un tampon de choc de cette espèce. Il se compose d'une cuvette en fonte C alesée dans la partie *cc*. Un cylindre creux en fonte tourné pénètre à frottement doux dans cette cuvette ; il est muni d'une tige cylindrique *t* en fer fixée en son milieu ; cette tige traverse le fond de la cuvette et porte à son extrémité un écrou qui sert à donner la tension nécessaire aux *rondelles de*

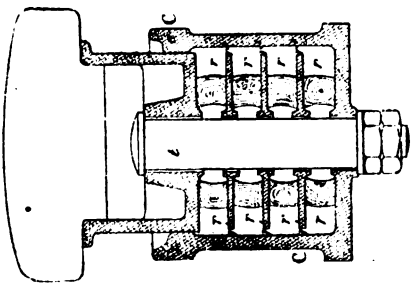


Fig. 360. — Ressort en caoutchouc vulcanisé.

caoutchouc vulcanisé rr contenues dans la cuvette et séparées les unes des autres par d'autres rondelles en fer ou en cuivre *r'r'*.

Les ressorts de traction en caoutchouc vulcanisé présentent beaucoup d'analogie avec les précédents.

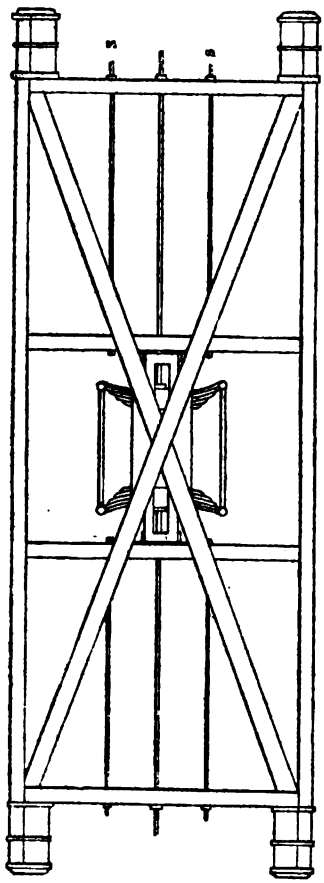


Fig. 361. — Châssis de wagon à marchandises.

Les appareils de choc en caoutchouc à quatre rondelles sont assez économiques, mais ils manquent de course et sont par conséquent peu efficaces. Souvent on augmente le nombre des rondelles ; alors on les place à l'intérieur du châssis, entre deux traverses, sur des tiges de choc analogues à celles que nous avons décrites pour les ressorts en acier. Cette disposition est bonne, mais dispendieuse.

On a employé le caoutchouc vulcanisé comme tampons de choc pour les wagons à marchandises; il donne de bons résultats quand il est bien préparé; mais les ressorts en acier fondu au prix actuel de l'acier ne sont pas beaucoup plus coûteux et sont plus durables.

Tampons secs. — Dans les wagons à marchandises, on supprime, sur certaines lignes, les appareils de chocs élastiques, et on les remplace par des tampons fixes formés par le prolongement des brancards (fig. 361). On rapporte sur le côté et au-dessus de ce prolongement des pièces de bois qui en augmentent la section, on relie le tout par des frettes et des boulons, et on recouvre quelquefois l'extrémité de ces tampons d'une sorte de matelas en cuir et en crin.

Le premier établissement de ces tampons est économique ; mais, comme ils sont peu ou point élastiques, les châssis qui en sont munis sont promptement disloqués par les chocs qu'ils reçoivent, surtout dans les manœuvres des trains de marchandises. *Il convient donc de placer des ressorts de choc même sur les wagons à marchandises.*

Châssis double. — Anciennement, on employait fréquemment des châssis dits *doubles*. Ils consistaient en deux châssis superposés et séparés par des tasseaux ou par les extrémités des traverses. Ces châssis avaient l'avantage de n'exiger que des bois d'un faible équarrissage ; mais ils présentaient beaucoup d'assemblages et n'étaient durables qu'à la condition d'être consolidés par un grand nombre de ferrures coûteuses.

Châssis double du chemin de Londres à Birmingham. — De ce nombre était le châssis du chemin de fer de Londres à Birmingham (fig. 362) dont nous donnons la description, moins pour le châssis en lui-même que pour l'appareil de choc et de traction très-digne d'être étudié.

Ce châssis est composé de pièces de bois d'un faible équarrissage, il manquerait de solidité sans les nombreuses ferrures qui en réunissent et consolident les différentes parties. Ainsi, les deux brancards placés d'un même côté sont réunis par des entretoises qui ont la forme d'un double T, et les extrémités liées aux traverses par de doubles équerres. Les contrevents sont également fixés aux traverses et aux brancards au moyen d'équerres, et le centre du châssis est consolidé par la ferrure qui maintient et guide les ressorts. Enfin, le châssis est doublé en dessous, dans toute son étendue, d'une plate-bande en fer qui est boulonnée aux brancards et aux traverses, et d'où se détachent des branches dans la direction des contrevents.

Les ressorts de choc et de traction sont au nombre de quatre, deux pour le choc et deux pour la traction.

Il résulte de leur disposition que le châssis peut être considéré comme en étant indépendant et destiné seulement à la porter. Les ressorts supportant seuls la fatigue des actions et réactions dirigées dans le sens de la traction ou en sens contraire. On peut donc,

dans un convoi composé de voitures construites dans ce système, considérer les voitures comme attachées simplement à un grand appareil composé de ressorts.

Les ressorts de traction étant réunis par leurs extrémités, réagissent les uns sur les autres de telle façon qu'ils peuvent résister aux plus grands efforts sans que le châssis en souffre. Il en est de même des ressorts de compression, s'appuyant l'un contre l'autre par leurs points milieux, et réunis en cet endroit par des brides.

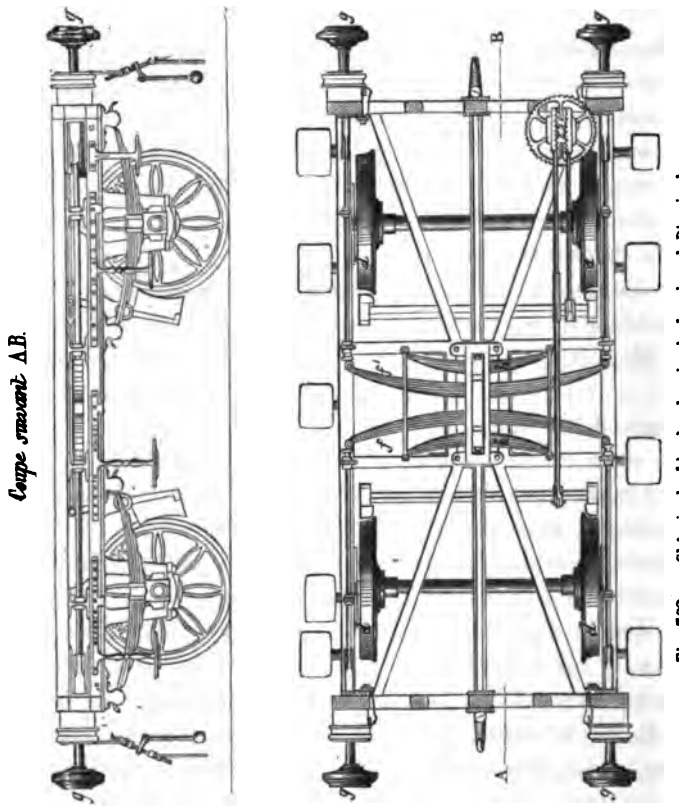


Fig. 362. — Châssis double du chemin de Londres à Birmingham.

Châssis double d'Orléans. — Il y a quelques années au chemin d'Orléans on était revenu au châssis double, et on préconisait beau-

coup le châssis figure 363. Les brancards de ce châssis, composés de deux pièces qui serrent entre elles les traverses, présentent l'aspect de véritables poutres armées, qui paraissent devoir présenter

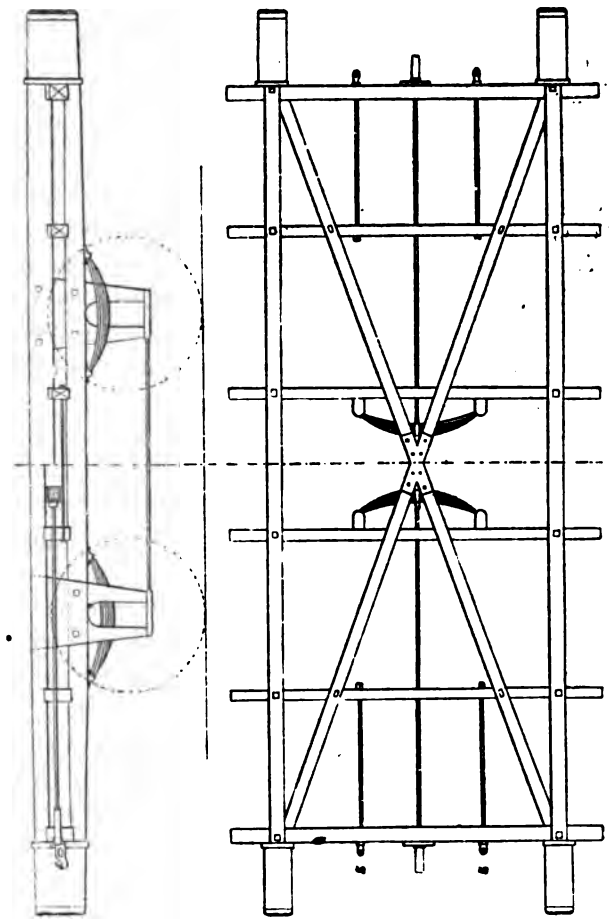


Fig. 363. — Châssis double.

une grande rigidité dans le sens vertical. Les assemblages sont de simples entailles très-peu profondes ; le tout est relié par des boulons qu'on peut resserrer à volonté si les pièces prennent du jeu.

Le cours de brancards supérieurs est entretoisé par une croix de Saint-André. Ce châssis est léger, mais il est difficile à bien établir. Aux chemins de l'Est, on en a été peu satisfait. Il est fort coûteux d'entretien.

Au chemin d'Orléans le châssis moisé n'a pas fait un meilleur service qu'au chemin de l'Est. On a reconnu que l'accroissement de résistance qu'indique la théorie comme effet de la plus grande hauteur des brancards ne se réalise pas dans la pratique ; elle n'aurait lieu qu'à la condition d'une complète rigidité des assemblages, rigidité qui ne peut être obtenue. Dans l'application d'ailleurs ce système présente de graves inconvénients ; les assemblages étant plus nombreux et les bois plus petits que dans les autres châssis, il en résulte que le châssis pourrit plus vite. Les boulons qui les traversent, en se rouillant, contribuent encore à accélérer la décomposition du bois précisément dans les parties les plus affaiblies.

Ancien châssis belge. — A une certaine époque, on cherchait beaucoup à abaisser le centre de gravité du matériel roulant des chemins de fer. Cette préoccupation des ingénieurs a fait naître un système de châssis connu sous le nom de *châssis belge*, employé et perfectionné en Allemagne.

Les châssis des voitures à voyageurs sur les chemins belges (fig. 364) se composent de deux brancards boulonnés sur quatre traverses entre lesquelles sont placées les roues, qui sont extérieures aux brancards.

Les caisses, dont le fond est formé de deux cadres indépendants, reposent sur les brancards. Ces cadres, quoique faisant partie des caisses, peuvent être également considérés comme appartenant au train ou à son châssis, car ils lui sont liés invariablement et servent à guider les appareils de traction et de choc.

Les plaques de garde sont posées en dehors des roues et relient les traverses l'une avec l'autre au moyen d'un double T en fer.

Sur les boîtes à graisse sont fixés les ressorts, qui, reliés aux traverses au moyen de menottes en fer, supportent le châssis.

Les ressorts de choc et de traction sont placés au-dessus de la traverse extrême de chaque châssis. Les tampons sont à l'aplomb

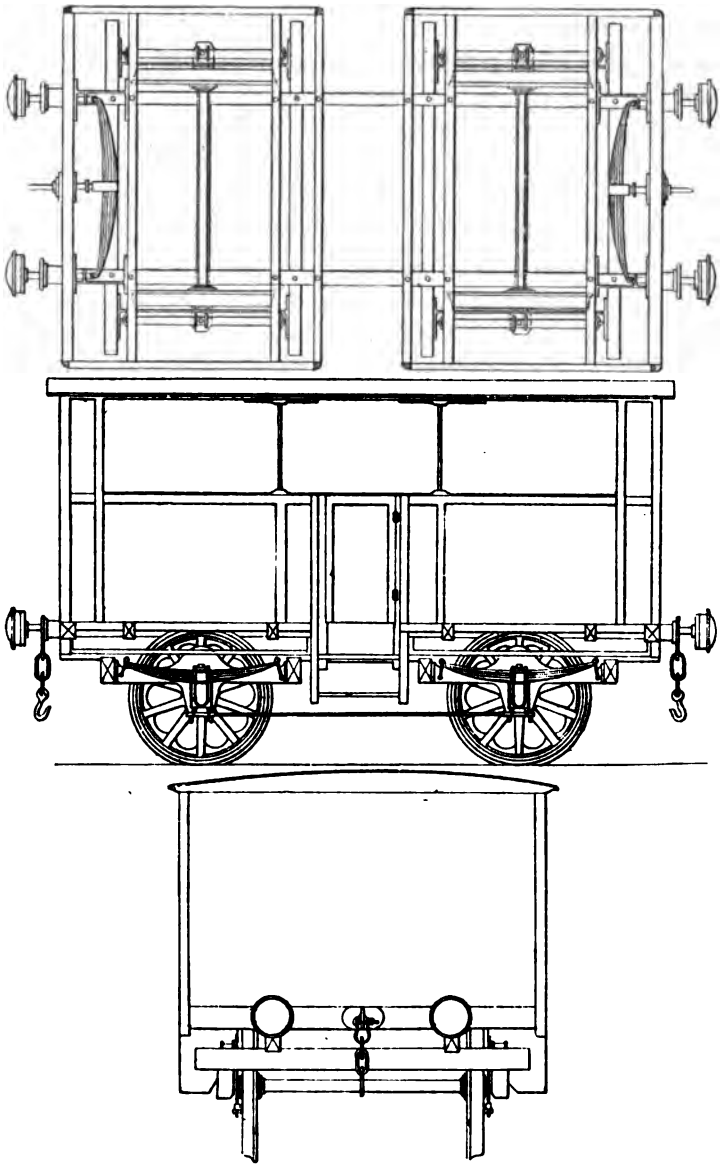


Fig. 56 — Châssis de voitures belges.

des brancards et glissent ainsi que les ressorts dans des pièces spéciales en fonte.

Le châssis belge présente plusieurs inconvénients graves : n'étant entretoisé par aucune pièce oblique, il se déforme facilement et les essieux perdent leur parallélisme.

Les brancards, reposant sur les traverses à une assez grande distance des points d'appui, en reportent la charge vers le milieu et les font plier. De là une nouvelle cause de déformation.

La caisse étant fixée au châssis, les réparations deviennent difficiles et par conséquent coûteuses.

Les ressorts de choc et de traction enfin, se trouvant aux extrémités des brancards, font courber le châssis dans le sens vertical ; alors les efforts de choc et de traction, n'agissant plus sur un système de ressorts indépendants du châssis, tendent à le disloquer et le fatiguent beaucoup.

Pour les voitures construites dans ces derniers temps, les ingénieurs belges ont renoncé à leur châssis, et l'ont remplacé par un châssis simple, du genre de celui de Rouen.

Ancien châssis badois. — L'ancien châssis des voitures du chemin de fer badois avait beaucoup d'analogie avec le précédent, mais il était mieux étudié. Les brancards étaient munis d'une croix de Saint-André, et le châssis de caisse régnait dans toute sa longueur, de sorte que les longerons s'opposaient à la flexion que tendent à produire les appareils de choc et de traction. Enfin, ses brancards étaient plus rapprochés des points d'attache des ressorts de suspension que ceux des voitures belges.

Châssis en fer. — En Allemagne, on fait usage sur une grande échelle de châssis dans lesquels les longerons sont en fer (fig. 365), les traversines et les croix de Saint-André en bois. Ils peuvent convenir en Prusse où l'on se procure difficilement des pièces de bois en chêne de bonne qualité, mais en France on a préféré jusqu'à ce jour les châssis tout en bois qui sont plus légers.

Plaques de garde. — Les plaques de garde sont, comme nous l'avons dit, généralement découpées dans des feuilles épaisses de tôle; la figure 366 représente les anciennes plaques du chemin de fer de Paris à Strasbourg.

On conçoit que la forme et la hauteur des plaques de garde va-

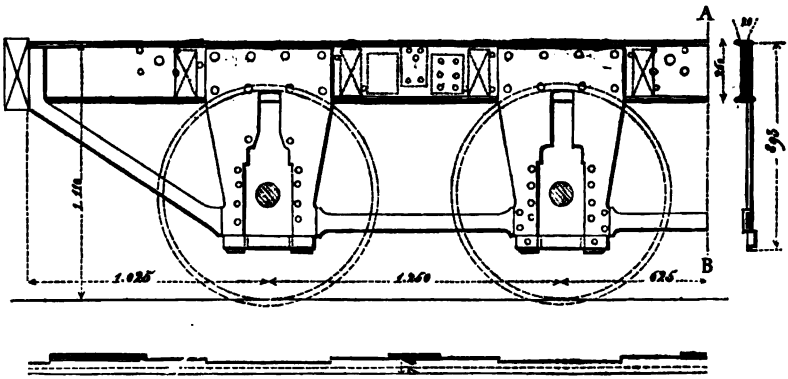


Fig. 365. — Châssis en fer.

rient dans des limites assez étendues, suivant la distance qui sépare

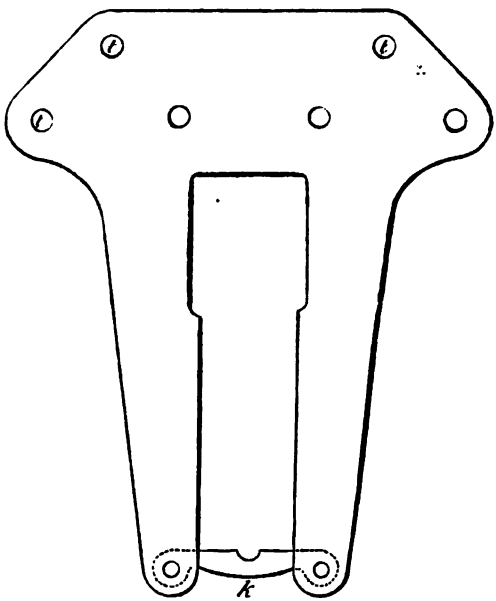


Fig. 366. — Ancienne plaque de garde du chemin de Strasbourg.

le centre de l'essieu de la face inférieure du brancard. Les plaques

de garde sont fixées contre les faces intérieures de ces brancards au moyen de boulons qui passent à travers les trous *tt;* quelquefois elles sont encastrées en tout ou en partie dans l'épaisseur du bois ; d'autres fois enfin, elles sont doubles et fixées de part et d'autre aux brancards.

On réunit les deux branches des plaques de garde au moyen d'une petite traverse en fer qui les consolide. Généralement les deux traverses des plaques de garde d'un même côté sont venues de forge aux extrémités d'une barre de fer unique, qui relie ainsi ces plaques de garde *a* (fig. 367).

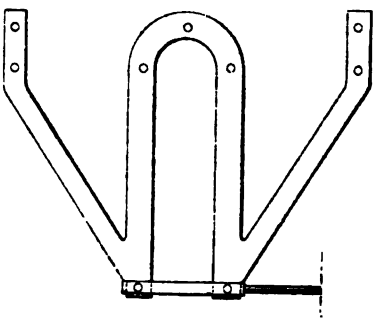


Fig. 367. — Plaque de garde en fer forgé.

On construit actuellement en Angleterre et en France la plupart des plaques de garde en fer laminé. Ces plaques (fig. 367), bien que fabriquées en fer de bonne qualité, sont un peu moins coûteuses que celles en tôle, et, comme leurs points d'attache sur les brancards sont fort écartés, leur position par rapport au brancard est invariable.

En Amérique, le longeron du châssis étant en tôle, les plaques de garde sont découpées dans une seule et même pièce.

En Allemagne, on a, pour faciliter le passage dans les courbes, supprimé les plaques de garde dans des wagons à six roues, mais sans succès.

On a aussi sur certains chemins employé pour chaque boîte des plaques de garde appliquées de chaque côté du brancard et reliées par des entretoises.

La pratique a démontré depuis longtemps qu'une seule plaque suffisait.

Les plaques de garde sont assez souvent encastrées dans les longerons, quelquefois elles sont simplement appliquées sur ceux-ci.

Attelages. — Les attelages des wagons d'un même convoi, ou des tenders aux wagons, ont toujours lieu par le milieu.

On a d'abord réuni les wagons au moyen de simples chaînes,

puis on a essayé des barres rigides, puis enfin on a fait usage de tendeurs.

On donne aux chaînes assez de longueur pour que la machine, quand elles sont détendues, puisse mettre en mouvement chaque wagon séparément. Il en résulte plus de facilité pour la mise en marche du convoi (démarrage); mais les voyageurs reçoivent, au moment du départ, des secousses d'autant plus désagréables que le mécanicien prend moins de précautions. Ces chocs d'ailleurs nuisent beaucoup à la conservation du matériel. On évite ces secousses en se servant de barres rigides; mais il devient difficile alors de mettre le convoi en mouvement, et le choc, en cas d'arrêt de la machine, est également violent pour tous les wagons.

Tendeurs. — Les *tendeurs*, représentés figure 368, se composent de deux mailles *m* et *m'*, portant des écrous *c*, *c'*. L'une des

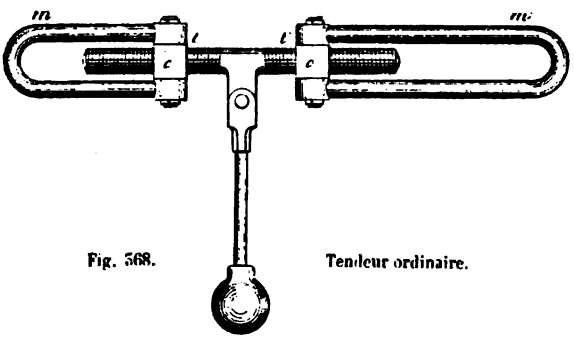


Fig. 368. Tendeur ordinaire.

mailles est fixée à demeure dans un œil ménagé dans l'un des crochets de traction; l'autre s'engage dans le crochet du wagon suivant. Les deux écrous sont réunis par une tige *t* avec pas de vis en sens inverse, de telle sorte qu'en faisant tourner cette tige, on rapproche ou l'on écarte les écrous et par suite les wagons.

Les tendeurs sont employés avec les voitures à deux tampons; en formant les trains, on les serre jusqu'à ce que les tampons des voitures consécutives exercent les uns sur les autres une pression assez considérable. Cet appareil évite les secousses et diminue l'intensité des chocs; il ralentit à la vérité un peu le démarrage du

train pour les premiers tours de roues; mais, en marche, il s'oppose efficacement au mouvement de lacet. (Mouvement de rotation alternatif du véhicule autour d'un axe vertical passant par le centre de figure du châssis, combiné avec le mouvement de translation du convoi.)

Quand les voitures sont montées avec soin, et les *roues jumelles* d'un diamètre parfaitement égal, ce mouvement devient, par l'usage des tendeurs, presque nul.

Tendeur Lassale. — On s'est servi pendant quelques années, pour l'attelage, de tendeurs d'un nouveau modèle, dits *tendeurs Lassale*, du nom de leur inventeur (fig. 369). Cet appareil ne dif-

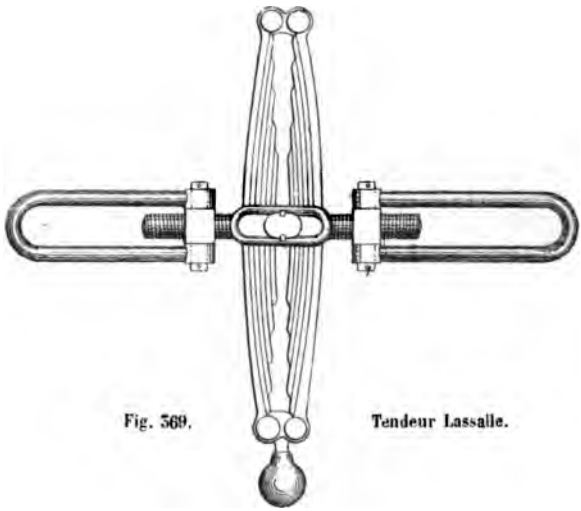


Fig. 369. Tendeur Lassalle.

fère du tendeur ordinaire qu'en ce que la vis est en deux parties réunies par deux petits ressorts. Avec le tendeur Lassale, on peut supprimer complétement les ressorts de traction; c'est ce qu'on a fait sur plusieurs chemins de fer. On a employé pour les wagons à marchandises, et même quelquefois pour les voitures à voyageurs, un système d'attelage qui se compose d'un tendeur à ressorts pour la traction, et de tampons en caoutchouc pour le choc

Malgré l'économie importante qui résultait de l'emploi du ten-

deur Lassale, on l'a abandonné sur les chemins de l'Est, parce qu'il est lourd, et que la formation des trains devenait, avec cet appareil, pénible et même dangereuse.

Chaînes de sûreté. — De part et d'autre du crochet d'attelage, à une distance d'environ $0^m,50$, on dispose ordinairement deux chaînes terminées par des crochets. Ces chaînes, dites *chaînes de sûreté*, sont d'une longueur telle, que, dans les circonstances ordinaires, elle ne sont pas tendues ; mais, si le tendeur ou le crochet d'attelage vient à se casser, ou si le train reçoit un effort brusque qui brise l'appareil de traction, ces chaînes se tendent et remplacent cet appareil ou lui viennent en aide.

En Angleterre, on renonce généralement aux chaînes de sûreté, qui cèdent presque toujours quand l'attelage vient à se briser. Sur les lignes où elles ont été conservées, on n'en met plus qu'une seule, au droit du crochet de traction, parce qu'il est fort rare que les deux chaînes agissent ensemble, surtout dans les courbes.

Aujourd'hui on a remédié en partie à la rupture des chaînes de sûreté par l'addition, à l'extrémité de la tige de traction, d'une rondelle en caoutchouc qui cède sous la tension de la chaîne et par conséquent diminue l'effort brusque de traction qui se produit ordinairement lorsque les chaînes sont tendues.

Il existait aussi dans l'ancien matériel de Strasbourg à Bâle une disposition de chaînes de sûreté que l'on aurait dû conserver dans la construction des autres matériels. On y revient en partie.

Les deux chaînes de sûreté n'étaient distantes l'une de l'autre que de 20 centimètres environ. Les extrémités étaient reliées comme le crochet de traction au collier du ressort de traction. Cette disposition a non-seulement l'avantage de diminuer considérablement l'effort brusque de traction, mais aussi celui de ramener tout le système de traction dans l'axe du châssis, par conséquent de remédier à l'inconvénient actuel des chaînes de sûreté, de tirer obliquement dans les courbes lorsqu'elles remplacent l'attelage du tendeur.

Dimensions des attelages. — Si un essieu vient à se rompre, les attelages doivent soutenir la voiture : il est donc important de

— elles sont remplacées par des menottes en fer. — On fait varier la tension des ressorts en écartant ou en rapprochant les supports de suspension au moyen d'appareils à vis dont nous représentons

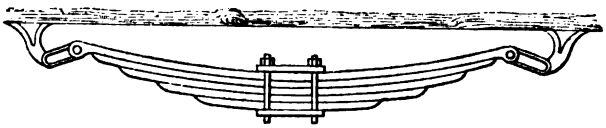


Fig. 372. — Mode de suspension.

un spécimen figure 373. Antérieurement, on faisait simplement reposer les extrémités des ressorts sur des sabots en fonte boulonnés

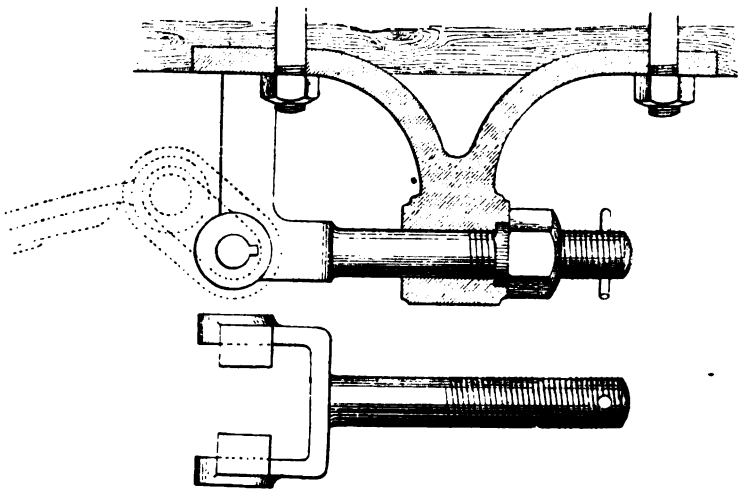


Fig. 373. — Support avec vis de rappel.

sous les longerons des châssis (fig. 371), disposition encore usitée pour les wagons à marchandises sur plusieurs chemins de fer. Les figures 374 et 375 représentent deux autres modes de suspension des wagons à marchandises qui ont été employés sur le chemin de fer de Paris à Strasbourg : le premier consiste en une menotte en fer ; le second se compose de *mains* en fer qui appuient sur les extrémités des ressorts. En serrant ou desserrant l'écrou *e*, on par-

venait à régler la hauteur des tampons; aujourd'hui on préfère se servir de cales en bois pour cet usage, et ces appareils sont abandonnés. Les appareils tendeurs pour ressorts de suspension conviennent très-bien aux voitures à voyageurs, en ce qu'ils permettent

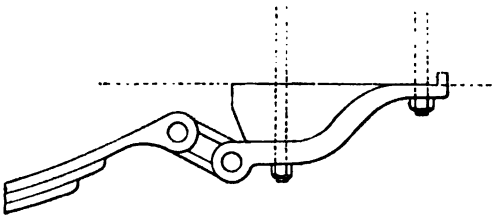


Fig. 374. — Autre mode de suspension.

de donner aux ressorts une tension initiale considérable qui diminue l'amplitude des oscillations, et rend ainsi le mouvement plus doux.

Dans les wagons à marchandises la caisse souvent repose sur les

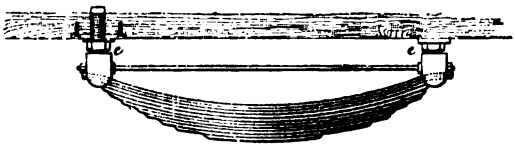


Fig. 375. — Support avec vis de pression.

extrémités des ressorts par l'intermédiaire d'un sabot en fonte; mais il arrive que ce sabot se creuse et que le ressort cesse alors de fléchir. Pour remédier à cet inconvénient on a intercalé des plaques entre le ressort et le sabot. Le mieux serait peut-être de faire usage de menottes pour les wagons à marchandises aussi bien que pour ceux à voyageurs.

Disposition des ressorts du Nord. — Au chemin de fer du Nord, afin d'éviter les efforts obliqués qui se produisent sur les boulons de tension des ressorts, on a, comme dans la figure 376 ci-contre, incliné la vis de telle façon qu'elle se trouve sur la même ligne que la menotte qui relie le ressort au support de suppres-

sion. Les ingénieurs du Nord paraissent très-satisfaits de cette disposition.

Nature du métal des ressorts. — *On a fait pendant longtemps les ressorts en acier corroyé; M. Lassale a introduit dans leur fabrication l'acier fondu, que son élasticité, son homogénéité et sa résistance à la rupture rendent supérieur à l'acier corroyé pour cet usage.*

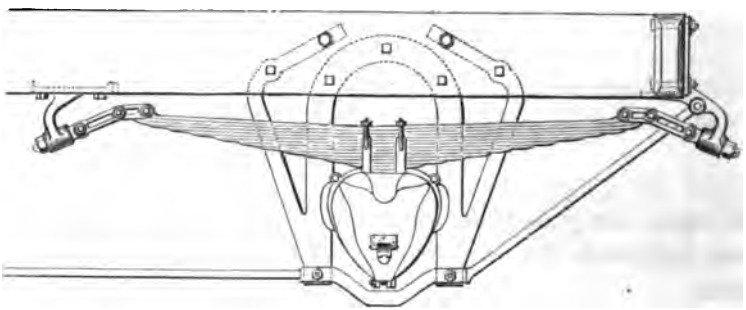


Fig. 376. — Ressort du Nord.

Quelques ingénieurs, cependant, persistent à employer l'acier corroyé [1].

Les ressorts de suspension, pour être doux, doivent être longs et plats; ceux de choc et de traction, au contraire, doivent, pour résister convenablement aux violentes secousses auxquelles ils sont soumis, être fortement cintrés.

Boîtes à graisse et à huile. — Boîte à graisse du chemin de l'Est. — Le graissage des fusées de l'essieu s'opère soit au moyen de la graisse, soit au moyen de l'huile. Nous parlerons d'abord du graissage à la graisse. La figure 377 représente en plans, coupes et élévations la boîte à graisse des wagons du chemin de fer de Paris à Strasbourg. Cette boîte se compose de quatre parties : le *corps de la boîte*, le *coussinet*, le *fond* et le *couvercle*.

Le corps en fonte est de forme à peu près prismatique. Il porte latéralement en *rr* deux rainures dans lesquelles se logent les deux

[1] Voir le savant mémoire de M. Philipps sur l'emploi des ressorts. (*Annales des mines*, année 1852).

branches de la plaque de garde. La saillie en fer à cheval *ss* ne sert, comme nous le verrons plus loin, que dans les wagons à frein. La cavité C contient la graisse destinée à lubréfier la fusée ; elle est fermée à sa partie supérieure par un *couvercle* en tôle dont la partie *a*, assemblée à charnière, permet de renouveler la graisse. Celle-ci est composée de matières grasses plus ou moins fluides sui-

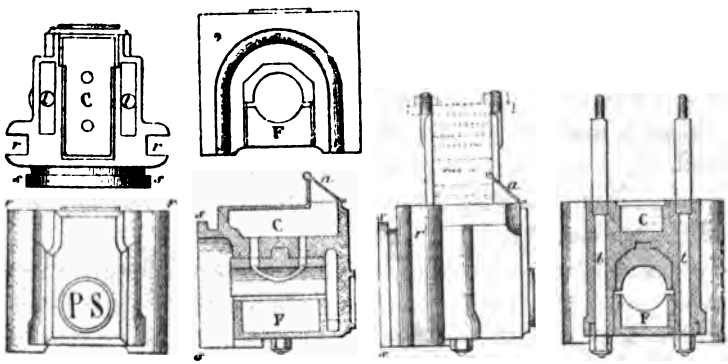


Fig. 377. — Boîtes à graisse.

vant la saison, et saponifiées partiellement par l'adjonction d'une certaine quantité de soude ; elle arrive sur la fusée par deux trous percés dans la boîte et dans le *coussinet* en bronze.

Le coussinet se fait généralement en bronze, composé de 82 parties de cuivre et 18 parties d'étain. On a employé des coussinets composés d'un alliage différant peu du métal des caractères d'imprimerie, et auquel on avait donné le nom assez impropre de métal *antifriction*. Cet alliage, au bout de peu de temps, était écrasé par le poids de la caisse, et le frottement alors augmentait au lieu de diminuer. En Allemagne on emploie d'autres alliages de composition variée, dont nous parlerons plus loin.

Le fond F de la boîte est en fonte : il reçoit la graisse qui tombe de la fusée après s'être fondue, et empêche les matières étrangères entraînées par le passage du train de venir s'attacher à la fusée.

Le fond est réuni au corps de la boîte par deux *boulons* à brides qui passent dans les trous *tt*. Ces *brides* servent en même temps à fixer la boîte sous le ressort ; à cet effet, les quatre branches sont

réunies à leur partie supérieure au moyen d'une *platine* ou *entretoise* en fer, sur laquelle s'appuient les écrous de ces branches.

Anciennement les boîtes à graisse étaient ajustées avec soin dans les plaques de garde; actuellement on leur donne au contraire du jeu dans tous les sens. Cette disposition facilite le passage dans les courbes, et est du reste économique. On a remarqué qu'en marche les boîtes flottaient *entre les branches des plaques de garde.*

Bien que l'on varie la composition de la graisse suivant les saisons, elle n'en devient pas moins dure en hiver, au point d'augmenter très-sensiblement la résistance.

Boîtes à huile. — Depuis longtemps on emploie en Allemagne l'huile de préférence à la graisse. En France, depuis longtemps, par des raisons que nous ferons connaître un peu plus loin, on a hésité à en faire usage.

En ce moment, cependant, toutes nos grandes compagnies françaises s'occupent d'essais ayant pour objet de remplacer la graisse par l'huile. Nous rendrons compte de ces essais. Nous croyons devoir auparavant indiquer sommairement les différentes espèces de boîtes à huile qui ont été employées successivement sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon, et sur un grand nombre de chemins de fer en Allemagne. Ces différentes boîtes sont représentées par les figures ci-après.

Ancienne boîte de Saint-Étienne à Lyon. — Au chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, on a employé pendant longtemps un système de graissage à l'huile dans lequel la matière grasse était contenue dans le fond de la boîte.

Un petit cylindre à tourillons (fig. 378), placé sous la fusée et

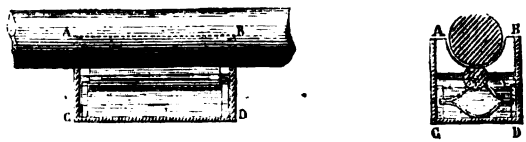


Fig. 378. — Boîte de Séguin aîné (chemin de Saint-Étienne).

constamment appliquée contre cette fusée au moyen d'un ressort portant de bas en haut sur les coussinets qui portent les tourillons,

plongeait par sa partie inférieure dans l'huile. Quand la fusée tournait, elle imprimait un mouvement de rotation au cylindre, qui entraînait avec lui une certaine quantité d'huile; la fusée était ainsi enduite d'huile sans cesse renouvelée. Ce mode de graissage, qui donnait d'assez bons résultats, a été abandonné, parce que, n'étant pas appliqué à tous les véhicules de cette ligne, il exigeait des appareils et des approvisionnements spéciaux.

Il a d'ailleurs l'inconvénient d'altérer l'huile par le battage qui s'opère constamment dans le bain où plonge la fusée.

Boîte américaine. — La fig. 379 représente la boîte à huile du wagon type américain, introduite en 1844, par M. Klein, sur les

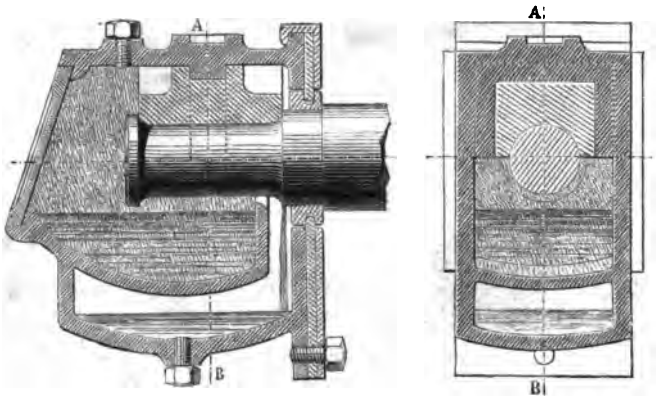


Fig. 379. — Boîte américaine.

chemins de fer wurtembergeois (Tim's patent Necoyak). Le graissage, dans cette boîte, se fait au moyen d'étoupe ou d'éponge imbibée d'huile, bourrée autour de la fusée. Le collet d'avant est engagé dans la boîte. L'huile tombe par le collet d'arrière dans un réservoir spécial inférieur où elle est recueillie. La boîte est fermée hermétiquement à l'arrière de la fusée, au moyen d'une garniture en feutre ou en cuir maintenue par des platines en fer. Cette garniture et ces platines ont pour objet d'empêcher les pertes d'huile et de s'opposer à l'introduction du sable. Le réservoir d'huile est placé en dessous de la matière capillaire, qui s'imbibe naturellement.

Ancienne boîte du chemin de Bâle à Strasbourg. — Au che-

min de Bâle à Strasbourg, on a porté l'huile du réservoir inférieur sur la fusée au moyen de la chaînette Jaccoud passant sur la fusée : cette chaînette a l'inconvénient de faire mousser, par l'agitation qu'elle produit, l'huile qui s'imprègne de particules métalliques, s'épaissit et lubréfie imparfaitement les surfaces.

Ancienne boîte badoise. — La boîte fig. 380 est une ancienne boîte des chemins de fer badois, rapportée d'Allemagne en 1844

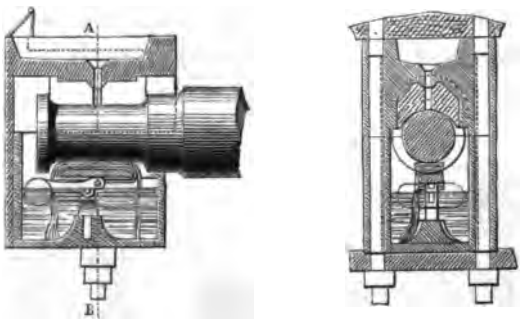


Fig. 380. — Boîte badoise importée par M. Lechatelier.

par M. Lechatelier. L'huile est renfermée dans un réservoir inférieur dépassant les collets de la fusée. Le graissage a lieu par la capillarité d'une mèche appuyée contre la fusée par un levier à contre-poids. Cette boîte est évidée à sa partie supérieure, de manière à recevoir au besoin une provision de graisse.

Sur les chemins du Wurtemberg, on emploie, depuis 1844, la boîte fig. 381. On remarque, en étudiant le dessin de cette boîte, que :

1° Le réservoir inférieur pour l'huile est placé sous la fusée ;

2° L'huile monte contre le dessous de la fusée par un rouleau flotteur en fer-blanc plongeant dans l'huile et mis en mouvement par son contact sur la fusée ;

3° Le dessous de la boîte dépasse le collet de la fusée, afin que l'huile y retombe de la fusée après avoir servi ;

4° Une cloison placée à l'avant forme un compartiment au-dessus duquel se trouve le collet de la fusée. Cette cloison est percée d'un

trou qui permet à l'huile qui tombe par le collet dans le compartiment d'effectuer son retour au réservoir principal.

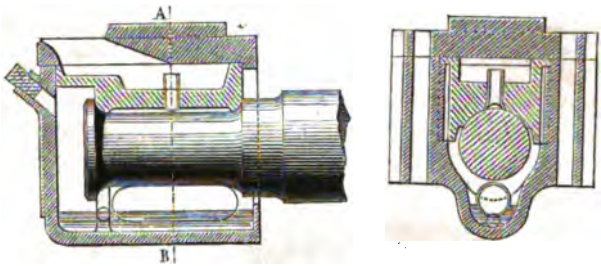


Fig. 381. — Boîte wurtembergeoise.

Boîte du chemin de Baltimore. — Au chemin de Baltimore, en Amérique, on se sert d'une boîte semblable (fig. 382) : le cylindre

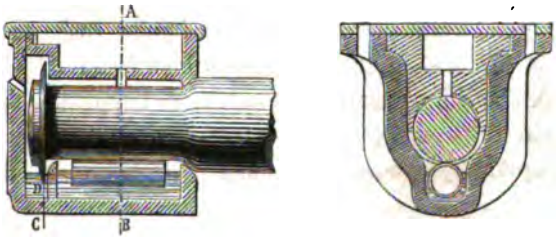


Fig. 382. — Boîte Winans, de Baltimore.

graisseur est en liége au lieu d'être en fer-blanc, et l'extrémité de la fusée est garnie d'un disque chargé de porter l'huile sur la fusée.

Ancienne boîte de Cologne à Minden. — La figure 383 représente la boîte à huile du chemin de Cologne à Minden, construite en 1845. Le rouleau graisseur de cette boîte est en liége. Il flotte dans l'huile et produit un graissage très-abondant. Le dessous de la boîte se prolonge jusqu'au delà des deux collets de la fusée. L'huile qui tombe par ces collets est ainsi recueillie et forcée d'effectuer son retour au réservoir central, d'où elle est reprise et remontée sur les surfaces de frottement.

Boîte du chemin d'Orléans. — Au chemin d'Orléans on se sert d'une boîte particulière semblable à celle de Neesen (fig. 384), au

moyen de laquelle on emploie ordinairement l'huile et accidentellement la graisse comme moyen de graissage.

Laissons parler M. Polonceau sur la disposition de cette boîte et sur ses avantages. Voici dans quels termes il s'exprime :

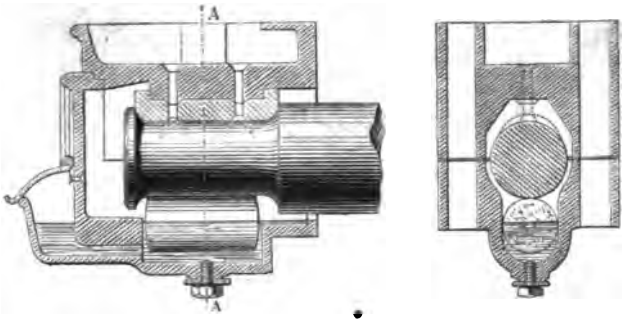


Fig. 383. — Boîte du chemin de Cologne à Minden.

« Malgré les avantages du graissage à l'huile, malgré son emploi général et fort ancien en Allemagne et bien connu en France, des raisons de sécurité nous avaient empêché de l'appliquer au matériel du chemin d'Orléans; et, en effet :

« Lorsque, par une cause quelconque, une boîte graissée à l'huile

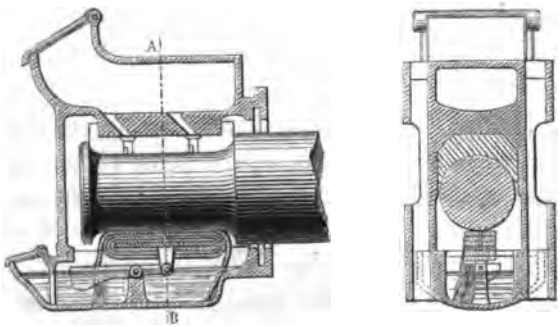


Fig. 384. — Boîte du chemin de Tours à Nantes.

commence à s'échauffer, l'huile devient immédiatement très-fluide, et sous de fortes pressions ne reste plus interposée entre les surfaces, qui se grippent avec une très-grande rapidité. Sur les machines où toutes les boîtes sont graissées à l'huile et qui sont sous les yeux du

mécanicien, souvent on n'a que le temps d'arrêter en route dès que le chauffage se manifeste, et quelquefois même, avec cette surveillance et malgré un prompt arrêt, le grippage a déjà atteint de graves proportions.

« Dans un wagon qui ne peut être vu qu'aux stations, si un pareil fait se produisait en route, la fusée pourrait être coupée avant qu'on se fût aperçu du mal, ce qui occasionnerait un accident grave.

« La graisse solide, au contraire, même à haute température, se maintient entre les surfaces et permet toujours d'arriver aux points d'arrêt.

« Par ces raisons, le graissage à la graisse avait été exclusivement maintenu, jusqu'au jour où, par une disposition que nous avons imaginée, ces inconvénients graves ont pu être évités.

« Cette disposition, appliquée à toutes les boîtes mises à l'huile, est la suivante :

« Le réservoir supérieur à graisse solide est maintenu et empli de graisse comme à l'ordinaire; les trous de communication avec la fusée sont bouchés avec du métal fusible de Darcet, dont on règle le degré de fusion à volonté.

« Dans ces conditions, lorsque le graissage à l'huile marche convenablement, il fonctionne seul; lorsque la boîte s'échauffe et qu'elle atteint le degré prévu comme ne pouvant plus bien fonctionner avec l'huile, le métal fond, coule sans rien endommager, et la graisse, fonctionnant comme dans l'ancien graissage, vient d'elle-même, et sans nécessiter l'arrêt ni l'intervention de personne, lubréfier la fusée, faisant disparaître ainsi les dangers d'accidents.

« Chaque jour quelques boîtes à l'huile chauffent, les bouchons fondent, et la graisse fonctionne et rend les services qu'on en devait attendre. (La moyenne des boîtes dont les bouchons fondent en service est de 6 à 7 par jour sur notre réseau.)

« C'est après avoir imaginé ce système que nous nous sommes rendu en Allemagne pour y étudier le graissage à l'huile et prendre connaissance de ce qui y avait été fait.

« Après avoir vu sur les différents chemins de fer fonctionner les

divers systèmes et pris des renseignements certains sur les résultats obtenus avec chacun, nous avons reconnu que le système Neesen était celui que nous devions préférer.

« Nous étant mis en rapport avec M. Neesen, alors ingénieur en chef du chemin de fer de Cologne à Minden, qui nous a déclaré que son système était breveté en France, nous avons traité avec lui; et, ayant fait démonter devant nous une boîte à graisse en service sous un wagon du chemin de fer de Cologne à Minden, nous l'avons rapportée et donnée comme modèle de l'appareil de graissage à appliquer à nos boîtes. C'est ce modèle qui a été scrupuleusement suivi pour nos brosses à graisser. »

La boîte fig. 385 est celle connue sous le nom de boîte de Nee-

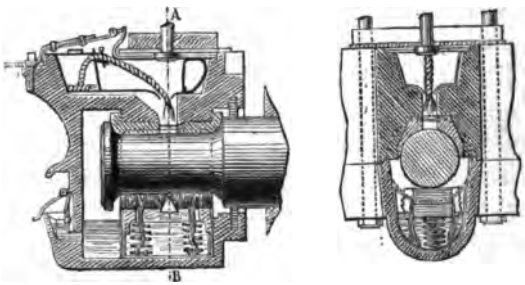


Fig. 385. — Boîte Neesen.

sen, qui est aujourd'hui employée sur le chemin de Cologne à Minden et sur un très-grand nombre de chemins de Prusse.

Le graissage a lieu au moyen d'une espèce de brosse très-douce en laine ou en coton, retournée vers la fusée qui donne l'huile comme le feraient des pinceaux. Les poils de la brosse ne s'écrasent pas contre la fusée par l'interposition entre elle et le bois de la brosse d'une petite pièce en bois qui en maintient la distance respective. Ce mode de graissage donne l'huile plus abondamment que la mèche plate, 1° parce que la brosse en contient plus; 2° parce que la pression contre la fusée n'ayant pas lieu comme dans le système ordinaire de mèche plate, la capillarité n'est pas détruite ou diminuée; 3° parce que la limaille et le cambouis, qui, déposés sur la fusée, restent à la surface de la mèche plate et

en bouchent promptement les pores, descendent dans la brosse et se logent entre les poils; 4° parce que les mèches plates se coupent très-promptement par le frottement et alors fonctionnent mal, tandis que la brosse s'use très-peu et fait un long service. Au lieu de contre-poids pour maintenir l'appareil de graissage Neesen, on emploie des ressorts à boudin. La brosse, enfin, est guidée par des moyens qui diffèrent de ceux employés précédemment. Un feutre fixé sur l'essieu empêche la déperdition de l'huile à la partie postérieure de la boîte.

Autre boîte à huile allemande. — Dans certaines boîtes allemandes (fig. 386, 387), l'huile est portée sur la fusée par une mèche pressée par un levier à contre-poids, ou bien elle est placée dans un réservoir supérieur et portée sur la fusée par une mèche faisant office de siphon. Le coussinet de cette boîte est en bois dur.

Boîte à huile du Nord. — Au chemin du Nord, la Compagnie s'est d'abord servi de la boîte à huile représentée fig. 388, boîte dans laquelle l'huile, étant placée dans un réservoir inférieur, était aspirée par des mèches qui la portaient sur une espèce de coussin en peau d'agneau appliqué contre la fusée, et pressé de bas en haut par des ressorts à boudin.

Les ingénieurs du Nord se préoccupent surtout des pertes d'huile provenant de la capillarité, qui la fait remonter entre les surfaces des pièces juxtaposées. M. Bricogne, l'habile ingénieur de la carosserie, est parvenu après de nombreux essais, à empêcher que l'huile ne sorte de la boîte en suivant la fusée, il a adapté à l'extrémité postérieure de son tampon T (fig. 389), un petit ressort supportant une pièce R, en bronze, appelé racleur et qui a pour objet de ramasser toute l'huile qui tendrait à s'échapper en suivant la fusée par la portée de calage. M. Bricogne attache une grande importance à cette pièce. Il a depuis heureusement modifié et amélioré ses tampons de graissage et à rendu, au moyen de rondelles en vieille toile de bâche, l'introduction de la poussière, par le derrière de la boîte, à peu près impossible.

Boîte à huile de l'Est. — Le premier essai fait au chemin de fer de l'Est, pour le graissage à l'huile, a consisté dans l'emploi du système dans lequel le graissage se fait par un flotteur garni

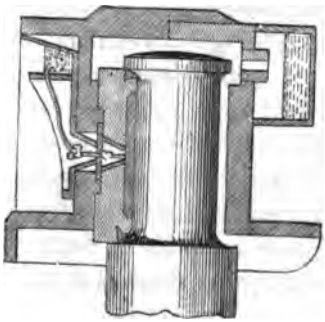
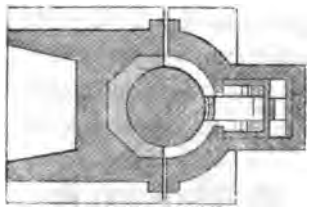


Fig. 386. — Boîte à huile à siphon.



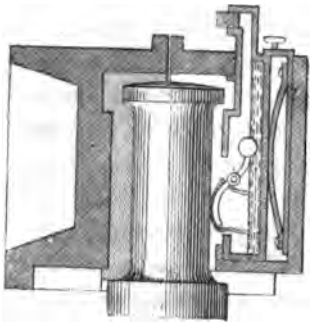
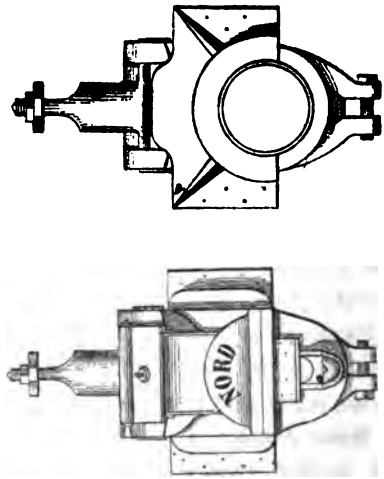


Fig. 387. — Boîte à huile à levier à contre-poids.



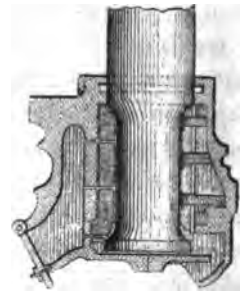


Fig. 388. — Boîtes à graisse et à huile du chemin de fer du Nord.

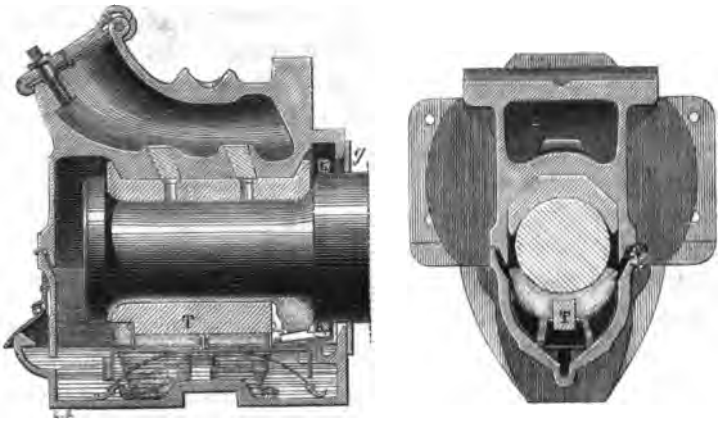


Fig. 389. — Boîte à huile, système Bricogne.

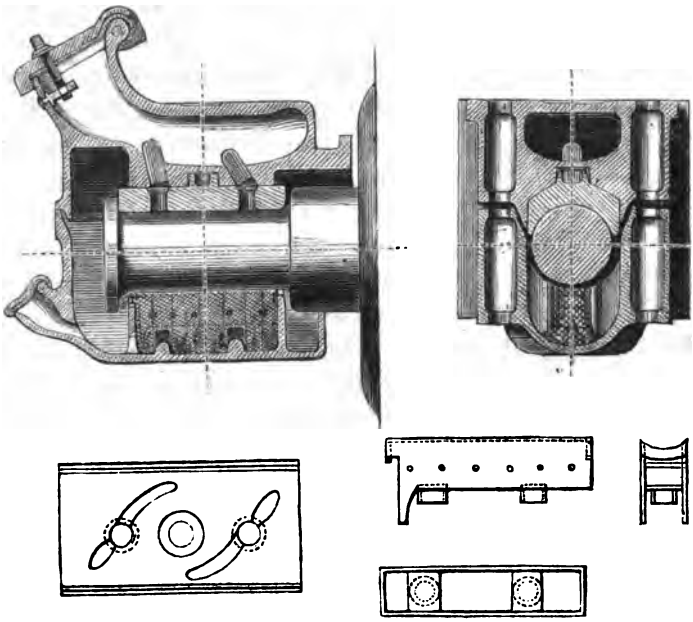


Fig. 390. — Boîte à huile du chemin de fer de l'Est.

de mèches et tenu toujours en contact avec la fusée par un ressort à boudin (fig. 390). Pour appliquer ce système, il suffit de changer le dessous des boîtes à graisse. Cette disposition a un grand inconvénient : les mèches ne résistent pas, elles doivent être trop fréquemment changées, et, pour un matériel considérable, l'entretien est difficile et onéreux. En outre, dans ce système, de même que dans tous ceux usités en Allemagne et dans le système primitivement adopté au chemin du Nord, la dépense en huile est considérable, à cause de la déperdition qui a lieu à l'arrière de la boîte à graisse, au contact avec la fusée.

Boîte Vallod. — On a essayé au chemin de fer de l'Est une boîte dite boîte Vallod. Le graissage s'y fait, comme anciennement au chemin de Saint-Étienne à Lyon, par un rouleau appliqué contre la fusée au moyen d'un contre-poids ou d'un ressort. Le rouleau est mis en mouvement par le frottement même de la fusée. Il peut être à la rigueur appliqué en se bornant à changer le dessous de la boîte à graisse, mais la déperdition de l'huile a toujours lieu par le collet, comme dans les autres systèmes. On a cherché à obvier à cet inconvénient en adaptant sur la portée de calage, et près de la fusée, une rondelle conique dont la base est tournée vers l'intérieur de la boîte à graisse. La force centrifuge ramène constamment l'huile sur l'arête inférieure, et il n'y a plus de déperdition. Toutefois la boîte Vallod n'a pas donné une entière satisfaction. L'emploi du rouleau a, dans cette boîte comme dans celle du chemin de Saint-Étienne à Lyon, l'inconvénient d'altérer l'huile.

Boîte Dietz. — On a employé sur une grande échelle au même chemin le système Dietz (fig. 391), où la fusée plonge de 25 millimètres dans l'huile. Pour éviter la perte d'huile, qui serait beaucoup plus considérable que dans les autres systèmes, par suite de la différence de niveau résultant de la différence des diamètres de la fusée et de la portée de calage, une cavité est ménagée à l'arrière de la boîte à graisse pour contenir l'huile qui s'échappe. Cette huile est reprise par une rondelle parabolique dans le genre de celle du système précédent et ramenée par la force centrifuge au-dessus du coussinet et de là dans le réservoir principal.

Les boîtes de M. Dietz ont présenté à la pratique plusieurs in-

convénients qui les ont fait abandonner au chemin de l'Est. On a trouvé que si la consommation d'huile était faible, celle du bronze était au contraire considérable. On a remarqué aussi que l'huile

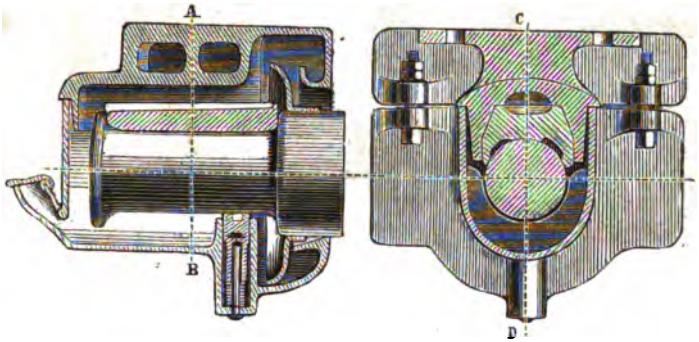


Fig. 391. — Première boîte à huile de Dietz, à fusée immergente.

constamment agitée s'altérait. M. Dietz, pour parer à ces inconvénients, a modifié sa boîte de la manière suivante :

Dans cette nouvelle boîte à huile (fig. 392), M. Dietz cherche, comme dans l'ancienne, à maintenir la fusée constamment lubréfiée en la faisant plonger dans un bain d'huile, ramenant toujours ce bain à son niveau primitif et évitant toute perte par derrière le long de l'essieu, mais la disposition est un peu différente. L'huile est dirigée dans un réservoir R formé d'une cloison antérieure, des parois latérales de la boîte, d'un premier fond et d'un collier de barrage maintenu constamment pressé sur la fusée par un ressort. Le collier de barrage pouvant laisser filtrer une petite quantité d'huile pendant la rotation de la fusée, une rigole circulaire, ménagée sur la fusée, est destinée à l'arrêter et à la forcer de s'écouler dans un double fond F, dont l'inclinaison la conduit dans la partie antérieure de la boîte A; là, une double rondelle en fonte R la rejette dans deux rigoles latérales qui la ramènent dans le premier réservoir. Cette double rondelle est fixée sur la tête de la fusée, et les rigoles sont disposées de telle façon, qu'elle fonctionne également bien, quel que soit le sens de la rotation; sur le derrière de la boîte, une rondelle en bois, fixée sur l'essieu et logée dans un dernier compartiment, empêche l'accès de la poussière extérieure.

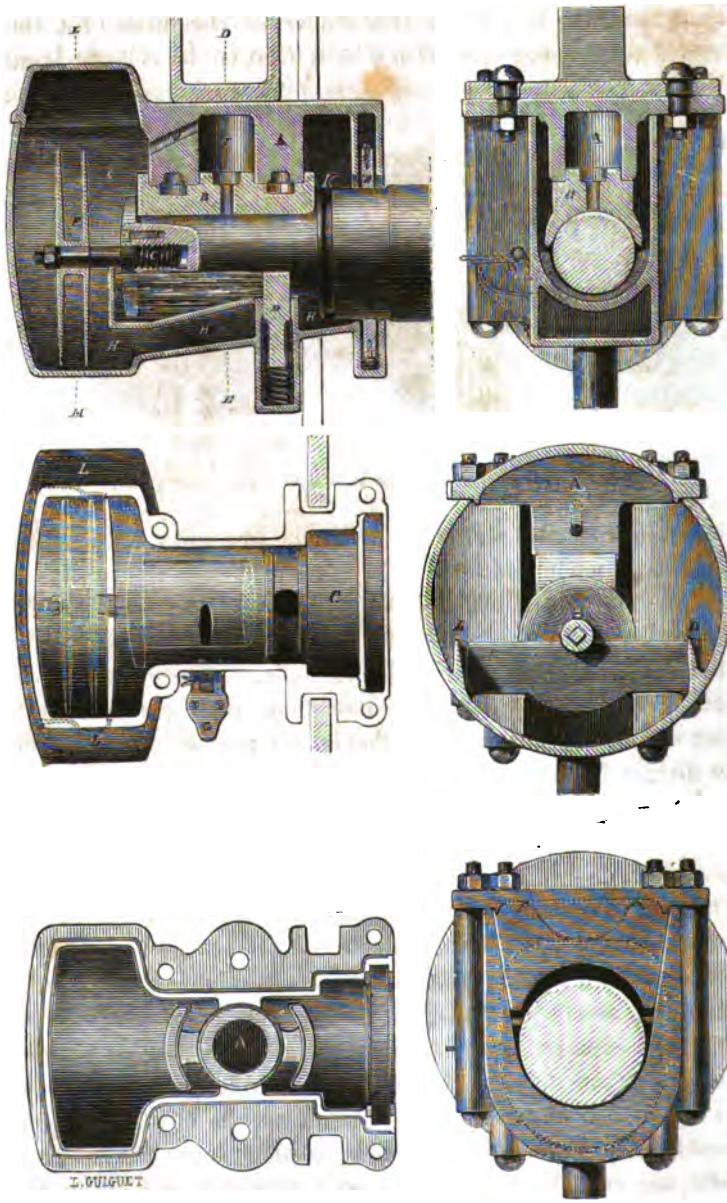


Fig. 392. — Dernière boîte à huile Dietz.

Des rainures en pattes d'araignée ont été ménagées dans le coussinet en bronze, et sont destinées à recevoir une petite quantité d'huile ayant pour objet d'en empêcher autant que possible l'usure.

On a, dans cette boîte, disposé le coussinet de manière à lui permettre un léger mouvement circulaire sur deux parties dressées du dessus de la boîte, ce qui facilite le passage dans les courbes.

Les nouvelles boîtes de M. Dietz n'ayant pas encore été employées, nous nous abstiendrons d'exprimer une opinion sur leur mérite.

Boîte Decoster. — Un troisième système (fig. 393) supprime

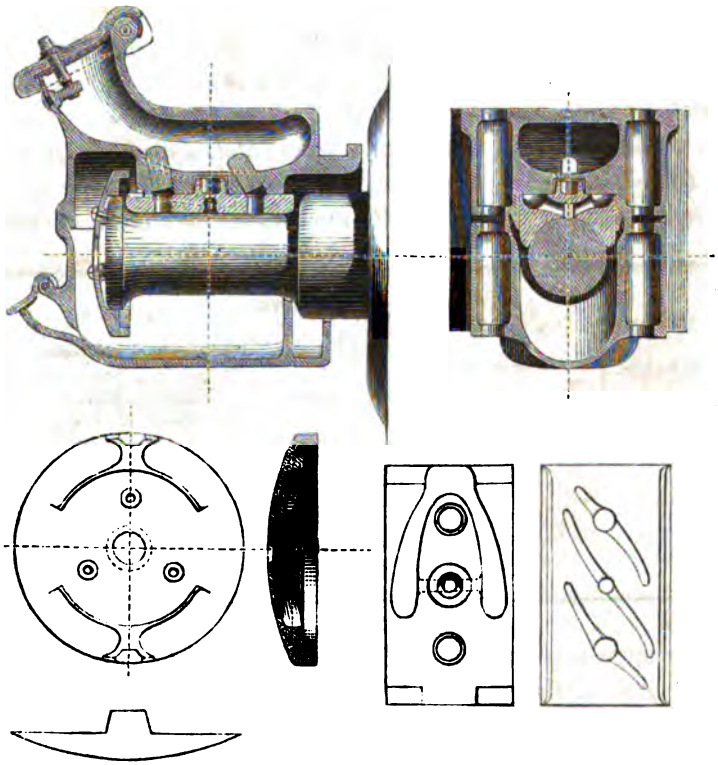


Fig. 393. — Autre boîte à huile (Decoster).

tout réservoir sous la fusée. L'huile est prise dans une cavité à l'arrière de la boîte à graisse par une rondelle fixée, comme la

précédente, sur la tête de la fusée, mais d'une forme *lenticulaire*, dont la concavité est tournée vers la fusée. La force centrifuge emporte l'huile sur cette rondelle, d'où elle retombe sur le coussinet, qui la conduit à l'aide de lumières sur la fusée comme dans le système à la graisse; cette huile retourne dans la partie inférieure de la boîte à graisse, d'où elle est reprise par la rondelle. C'est le système Decoster.

Les boîtes de M. Decoster ont été abandonnées à cause de l'altération produit dans l'huile par la rondelle placée à l'extrémité de la fusée.

Les Compagnies d'Orléans et du Nord sont les seules qui aient considéré l'emploi simultané de la graisse et de l'huile comme absolument nécessaire. Au chemin du Nord on a suivi les errements du chemin d'Orléans. Sur d'autres lignes l'huile seule est employée.

Huile comparée à la graisse. — La supériorité de l'huile sur la graisse comme agent de lubréfication résulte du tableau suivant :

CHEMIN D'ORLÉANS. — EXERCICES.	ÉTAT de LA TRANSFORMATION.	PARCOURS DES VOITURES ET WAGONS.	DÉPENSE	
			TOTALE.	KILOMÉTRIQUE.
			francs.	cent.
1856	Tout à la graisse.	142,670,960k	354,853	0,248
1857	Sur 8,000 véhicules, 2,392 à l'huile.	150,733,008	368,590	0,244
1858	Sur 8,000 véhicules, 6,452 à l'huile.	155,000,000	150,007	0,097
1859	Sur 9,000 véhicules, 7,423 à l'huile.	179,376,496	147,072	0,081

Quelques ingénieurs cependant continuent à défendre l'emploi de la graisse. Ils prétendent, en s'appuyant sur des expériences qu'ils auraient faites, que l'emploi de l'huile ne diminue pas la résistance comme d'autres le supposent, et ne permet, par conséquent, aucun avantage.

Une pratique assez longue et assez étendue paraît néanmoins avoir fait justice de leurs objections.

Boîtes Delannoy. — La boîte Delannoy (fig .394) est une boîte

fondue d'une seule pièce. L'huile renfermée dans un réservoir au bas de la boîte s'élève au niveau de la surface à graisser. Le graissage s'opère au moyen d'une mèche en coton pressée de bas en haut contre la fusée par un ressort. A l'arrière de la boîte et sur la portée de calage se trouve un presse-étoupe avec garniture en caoutchouc ou en chanvre s'opposant à la sortie de l'huile.

Le coussinet en bronze ne peut être dans la boîte Delannoy fixé à la boîte par son collet comme celui des boîtes ordinaires. Il ne porte plus de collet et est superposé à la fusée avant la mise en place de la boîte, puis il est retenu par la vis V indiquée dans la

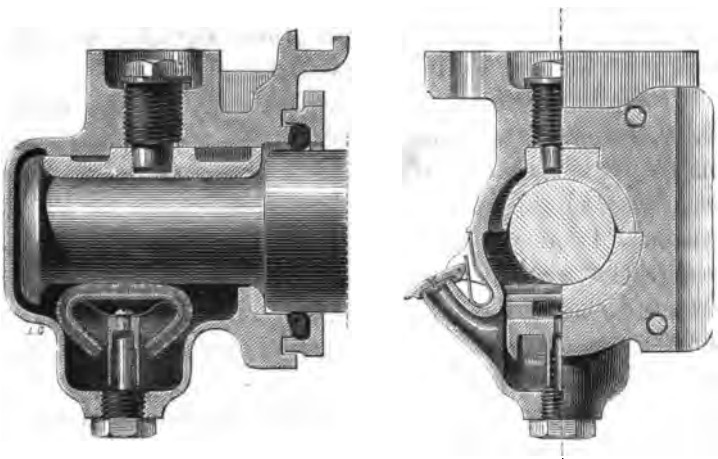


Fig. 394. — Boîte Delannoy.

figure. Ce coussinet s'appuyant contre le collet de la fusée, la boîte ne peut glisser comme elle le ferait si la vis n'existait pas.

7,200 boîtes de ce système sont employées ou vont l'être sur les chemins romains; 1,500 sont à l'essai sur différents chemins en Espagne et en Portugal; 200 au chemin d'Orléans. Au chemin de fer de l'Est on en compte 1,380, et 4,500 environ sur d'autres lignes françaises et étrangères; après enquête, on est sur le point d'appliquer ces boîtes à trois cents wagons qui viennent d'être commandés (mars 1864).

On a dit que le presse-étoupe de la boîte Delannoy augmentait

la résistance s'il était fortement serré, et que dans le cas contraire il laissait passer l'huile. Il paraîtrait que ce résultat dépend beaucoup de la garniture employée.

Dans des essais faits au chemin de l'Ouest, la consommation d'huile s'est trouvée un peu plus grande avec les boîtes Delannoy qu'avec celles des chemins du Nord et d'Orléans; la garniture, d'abord en feutre, qui laissait filtrer l'huile, fut remplacée par une autre garniture en buffle qui ne donnait pas entière satisfaction. Depuis lors elle a été améliorée. Au chemin de l'Est, on a été très-satisfait des boîtes Delannoy, en ce qui concerne la consommation de bronze, mais on leur a également reproché une trop grande perte d'huile. Nous rendrons compte dans l'appendice des nouveaux essais que l'on vient d'entreprendre.

Aux chemins romains, où l'on en fait usage sur une grande échelle, on en est très-satisfait. Voici la réponse qui nous a été adressée par le chef de l'exploitation de ce chemin, auquel nous nous étions adressé pour obtenir des renseignements sur le système de M. Delannoy : « Cette boîte a été appliquée à tout le matériel roulant des chemins romains, et elle est en service sur ces chemins depuis deux ans. On en est très-satisfait. La garniture en cuir a été remplacée dernièrement par une garniture en chanvre qui est bien préférable.

« La consommation moyenne s'élève approximativement à 0 kil. 0035 kilom. par voiture ou wagon. Elle est donc bien peu considérable. Sur un parcours de 6,783,874 kilom., nous n'avons remplacé que 53 coussinets. Dans ce système, il est impossible de couper une fusée si le coussinet est usé. En effet, le coussinet étant usé, la tête du champignon attaque la boîte et se montre au dehors. On arrête alors le véhicule, et la réparation à faire est très-simple, car on se borne à boucher la partie ainsi trouée avec une petite plaque de tôle fixée par deux vis.

« Les boîtes que nous avons remplacées en très-petit nombre avaient été toutes cassées à la suite de déraillements. »

On a objecté à la boîte Delannoy que, le coussinet étant usé, la boîte devait descendre, et qu'alors il se formait sous l'essieu, dans le presse-étoupe, un vide qui donnait écoulement à l'huile.

Cet inconvénient ne paraît pas très-grave, puisqu'il résulte des essais que l'usure du coussinet dans ce système est très-faible. M. Delannoy d'ailleurs a disposé son presse-étoupe de manière à pouvoir en pareil cas le serrer davantage et fermer tout passage à l'huile.

En Espagne, on paraît être également très-satisfait des boîtes de M. Delannoy, telles qu'il les construit aujourd'hui.

Boîte Eugène Thétard. — La boîte Eugène Thétard (fig. 395) est ouverte à la partie supérieure pour permettre au ressort de suspension d'appuyer directement sur le coussinet ou sur la pièce en fonte qui le reçoit. Il résulte de cette disposition que le coussinet

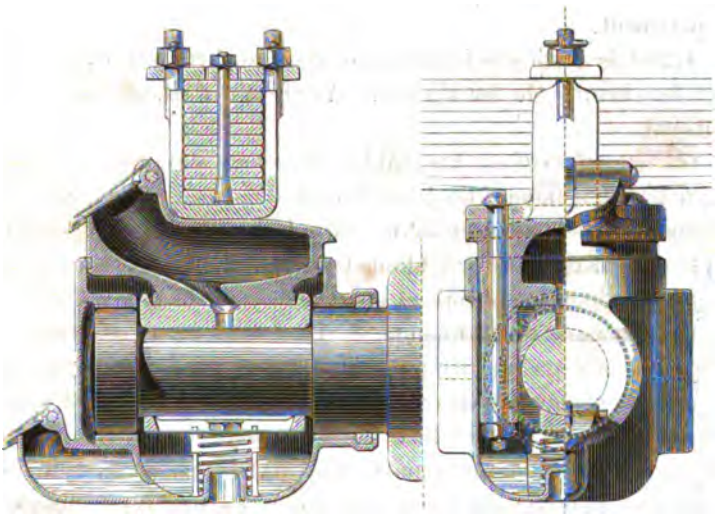


Fig. 395. — Boîte Eugène Thétard.

descend au fur et à mesure de son usure dans le réservoir à huile sans influer sur le joint de la portée de calage de l'essieu. Le réservoir à huile repose sur le champignon de la fusée et sur la portée de calage de l'essieu; le frottement s'opère sur deux bagues métalliques intercalées.

Le porte-coussinet, qui en même temps forme réservoir à graisse, est disposé à la partie supérieure pour recevoir une garniture en caoutchouc dont la fonction est d'empêcher la poussière et l'eau

de pénétrer dans le réservoir inférieur. Pour plus de garantie, un larmier a été ajouté au-dessus du joint.

Le joint sur la portée de calage se fait au moyen d'une rondelle en cuir ou fonte emmanchée dans une rainure ménagée dans la douille du réservoir à huile.

L'huile est amenée sur le frein au moyen d'un tampon graisseur en coton, muni de mèches plongeantes, fixé sur une plaque en tôle et appuyé sous la fusée au moyen d'un ressort à boudin.

Le graissage peut être mixte à l'huile et à la graisse, comme dans les boîtes du système Neesen employées aux chemins d'Orléans et du Nord, mais on peut aussi graisser à l'huile ou à la graisse séparément.

1,200 de ces boîtes fonctionnent tant au chemin d'Orléans que sur les chemins de fer algériens. Au chemin d'Orléans on en est satisfait.

On fait au système Thétard les objections suivantes : il exige pour bien fonctionner un grand travail d'ajustage. L'eau dans les temps de pluie peut s'introduire entre la partie mobile supérieure et la partie fixe inférieure, l'huile peut s'élever et sortir aussi entre ces deux pièces supérieure et inférieure.

Boîte-Pomme de Mirimonde. — Au chemin de fer du Nord, on essaye depuis quelque temps, pour le graissage des voitures, une boîte d'une nouvelle espèce, connue sous le nom de boîte-Pomme de Mirimonde (fig. 396). Bien que cette boîte ne soit encore employée qu'à titre d'essai et qu'elle n'ait pas encore donné toute satisfaction, nous croyons devoir cependant la décrire dans ce chapitre.

Le but que s'est proposé l'inventeur de cette boîte a été de remplacer le frottement de glissement sur un coussinet, tel qu'il a lieu dans toutes les boîtes ordinaires, par un frottement de roulement sur des rouleaux.

A cet effet, il a pris une boîte d'une forme particulière dans laquelle il a logé deux rouleaux en acier de $0^{m},142$ de diamètre : ces rouleaux, afin d'être plus libres sur leurs axes, sont composés d'un rouleau en acier fondu, d'un manchon en bronze à l'intérieur et d'un axe en acier portant sur des petits paliers venus de fonte avec le corps de la boîte, de sorte que le rouleau en acier B tourne

avec son manchon en bronze autour de l'arbre C qui tourne lui-même sur les tourillons.

La fusée A de l'essieu porte par deux de ses génératrices sur les deux rouleaux en acier et leur imprime un mouvement de rotation qui rend la traction beaucoup plus facile.

Le graissage s'opère de la manière suivante : un tampon à brosse D d'une assez grande dimension se trouve placé dans le fond de la boîte et maintenu en contact avec la fusée à l'aide de ressorts qui agissent de bas en haut; des mèches en coton plongeant dans l'huile amènent celle-ci dans la brosse qui la distribue sur la fusée.

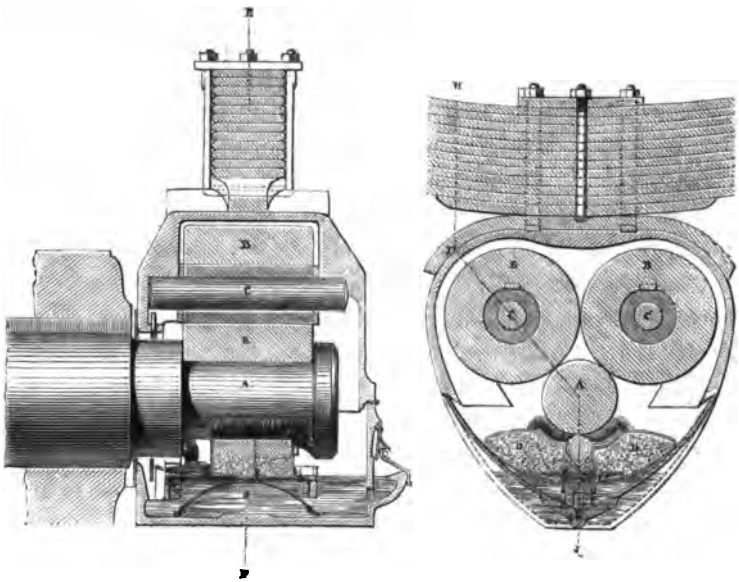


Fig. 396. — Boîte-Pomme de Mirimonde.

La fusée à son tour embrasse les surfaces des rouleaux avec lesquels elle est en contact. Les rouleaux sont percés de petits trous qui les traversent jusqu'à l'axe, et dans lesquels l'huile qui pénètre vient se répandre sur l'axe des rouleaux.

Afin d'éviter la perte d'huile à l'arrière, M. Bricogne a appliqué à ses tampons graisseurs le racleur qu'il emploie dans les boîtes qui portent son nom.

Cette boîte a donné lieu à quelques reproches auxquels on a remédié, mais seulement en partie.

Ainsi on a constaté que les fusées d'essieu n'étant en contact avec les rouleaux en acier que par deux points, l'usure en était rapide et irrégulière. On a de plus observé : 1° que le métal n'étant jamais entièrement homogène, les parties tendres se creusent ou s'usent promptement ; 2° que le mouvement de rotation imprimé aux rouleaux autour de leur axe et à l'axe sur ses tourillons n'avait jamais lieu régulièrement, en sorte que, une partie tournant, l'autre restait fixe ; 3° enfin, que les axes des rouleaux frottant sur les petits paliers en fonte les avaient bientôt déformés, d'où il résultait que les rouleaux ne restant pas strictement parallèles, l'usure de la fusée s'augmentait de cette nouvelle déformation.

Pour éviter l'usure trop rapide des paliers de support des axes des rouleaux, on avait essayé d'y rapporter des petites mises d'acier. Mais du moment où il fut établi que les rouleaux et leurs axes ne tournaient pas simultanément, on supprima tout frottement sur ce patin en rendant l'axe immobile à l'aide d'une goupille.

Boîte Proust. — M. Proust, dans l'invention de la boîte qui porte son nom, a eu pour but d'empêcher les boîtes à graisse de s'échauffer, ce qui entraîne toujours une grande perte de graisse, et quelquefois la rupture des essieux.

Pour cela il enveloppe d'eau les boîtes à graisse ordinaires. Sous la fusée se trouve aussi une certaine quantité de liquide, dans lequel elle baigne tout en tournant. L'eau, qui enveloppe la boîte au moyen d'une combinaison ingénieuse qu'il serait trop long de décrire, passe, lorsque la boîte commence à s'échauffer, dans le bassin inférieur, sous la fusée, de manière à empêcher que la chaleur ne devienne plus grande ; en sorte que toute tendance à l'échauffement, au fur et à mesure qu'elle se manifeste, se trouve combattue par une action contraire et instantanée, dont l'énergie a précisément pour mesure l'échauffement qu'il s'agit de neutraliser.

La graisse tombant de la fusée ne s'écoule pas en pure perte, elle est recueillie dans le bassin inférieur, mélangée avec l'eau.

Cette boîte, après avoir été essayée pendant un certain temps, non-seulement sur le chemin d'Orléans, mais encore sur celui du

Bourbonnais, n'a pas procuré l'économie qu'on en espérait; trop compliquée de construction, elle n'a pas toujours bien fonctionné, et enfin elle aurait occasionnée de grandes dépenses pour la substituer aux anciennes boîtes, dépenses qui n'étaient nullement motivées par des avantages réels et importants.

L'enveloppe extérieure a quelquefois éclaté en hiver.

Boîtes à rouleaux. — Nous terminerons cet article sur les boîtes à graisse ou à huile par la description d'une boîte spéciale dans laquelle on a intercalé des rouleaux métalliques entre la fusée et la boîte, afin de convertir le frottement de glissement en frottement de roulement (fig. 397), l'idée première de cette boîte est due à

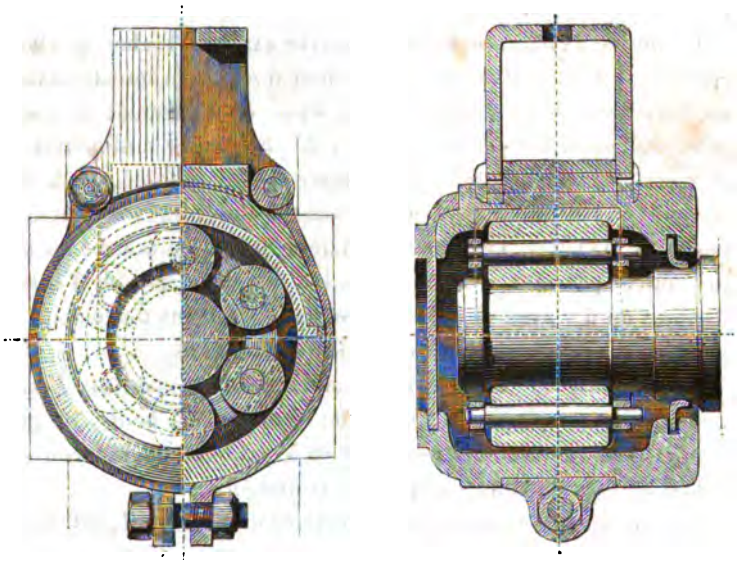


Fig. 397. — Boîte à rouleaux.

M. Émile Wissocq, ingénieur hydrographe, qui en a fait l'essai en notre présence, il y a plus de vingt ans. On en fait usage aux chemins de fer de l'Est, pour faciliter la manœuvre des chariots de service dans le système de Dünn, mais on ne les a pas adoptées jusqu'à ce jour pour les wagons de voyageurs ou de marchandises.

Les rouleaux portent à leurs extrémités de petits tourillons qui s'engagent dans des couronnes qui en maintiennent l'écartement.

De nouveaux essais de la boîte à rouleaux ont été faits en 1852 sur le chemin de Saint-Germain, et tout récemment sur le chemin de l'Ouest, par M. Vidard, inspecteur du service du matériel et de la traction.

M. Vidard a publié dans l'*Annuaire des anciens élèves des écoles d'arts et métiers* plusieurs articles sur ces essais. C'est à ces articles que nous empruntons les renseignements suivants.

L'essai fait au chemin de Saint-Germain n'a pas réussi au premier voyage sur Saint-Germain ; il a fallu démonter et enlever les boîtes à moitié chemin.

Le simple examen de la boîte essayée explique l'échec qu'elle a éprouvé. En effet, dans les boîtes dont il s'agit, la transformation du frottement de glissement sur la fusée en frottement de roulement était produite par six rouleaux de chacun 50 millimètres de diamètre, tournant autour d'une fusée de 55 millimètres de diamètre et de 100 millimètres de longueur ; deux rouleaux au plus supportaient la charge. Les rouleaux étaient maintenus écartés les uns des autres par deux couronnes en tôle percées chacune d'autant de trous qu'il y avait de rouleaux, et dans ces trous tournaient les petits axes des rouleaux existant à leurs extrémités.

Des axes rigides, rivés aux couronnes pour en maintenir l'écartement, étaient placés entre chaque rouleau ; les bouts du gros diamètre de ces derniers prenaient en s'arrondissant la forme des collets de la fusée contre lesquels ils frottaient.

Dans de pareilles conditions, admettant un poids de 1,300 kilog. seulement sur chaque fusée, la charge supportée par chaque millimètre de génératrice en contact était d'au moins 8 kilog., tandis que le métal des rouleaux et de la fusée ne peut supporter, ainsi que l'expérience l'a démontré, plus de 2 kilog. 50 sans s'user rapidement.

De plus, les collets de la fusée frottant latéralement, par suite des mouvements de lacet ou de la force centrifuge, contre les bouts arrondis des rouleaux, en gênaient singulièrement le roule-

ment et y occasionnaient sur les surfaces des méplats qui s'opposaient de plus en plus à un roulement libre.

Dans de nouveaux essais faits récemment avec une boîte à rouleaux, perfectionnée par M. Mathieu Chaufour, le nombre des rouleaux avait été augmenté de manière que la charge par millimètre des génératrices en contact ne dépassât pas 5 kilog. 68 pour un poids de 2,000 kilog. par fusée, et restât supportée par le quart des rouleaux, et on avait évité l'action latérale des collets de la fusée sur les bouts des rouleaux en protégeant ceux-ci, de chaque côté, par une rondelle en bronze fixée à la boîte et subissant l'effet du frottement latéral de ces collets.

On a pu ainsi parcourir 3,260 kilom., sans aucun chauffage ni accident, si ce n'est l'usure assez rapide de la fusée d'essieu.

L'économie sur la traction, constatée par le dynamomètre, a été d'environ 40 pour 100 sur les boîtes à graisse ordinaires.

L'usure de la fusée est attribuée à cette circonstance que, lors même que les rouleaux en tournant passaient successivement dans un bain d'huile, la lubréfaction n'était que très-imparfaite. Elle provenait aussi de la charge par millimètre carré, qui était de 5 kilog. 68, tandis qu'elle n'aurait pas dû dépasser 2 kilog. 50.

Lors d'un premier parcours de 276 kilomètres, les rouleaux étaient en fer et tournaient entre la fusée et la boîte en fonte. Cette dernière était entamée. On a interposé alors une plaque d'acier entre les rouleaux et la boîte, et remplacé les rouleaux en fer par des rouleaux en acier; c'est dans ces dernières conditions que le reste du parcours de 3,260 kilomètres a eu lieu.

M. Vidard propose une nouvelle boîte dans laquelle il cherche à remédier aux différents inconvénients signalés dans les boîtes Mathieu Chauffour. Ainsi il s'oppose à la perte de l'huile et améliore le graissage en remplaçant la boîte Chauffour, coulée en deux pièces, par une boîte d'une seule pièce, et oppose différents obstacles à la déperdition par l'arrière. Il réduit la charge par millimètre à $1^k,66$ en augmentant le diamètre de la fusée de l'essieu et interpose entre la fusée et la boîte une coquille facile à remplacer. La pratique seule peut décider du mérite des dispositions nouvelles proposées par M. Vidard. En tout cas, sa nouvelle boîte ne pourrait

être appliquée au matériel existant qu'en remplaçant tous les essieux, et elle serait plus coûteuse que la boîte actuelle.

Une boîte à rouleaux du système de M. Vidard essayée au chemin de l'Est, s'est assez bien comportée; *mais il résulterait de nouveaux essais faits tout récemment* (1863) *que, si l'emploi des boîtes à rouleaux diminue sensiblement la résistance à de petites vitesses, il n'en est plus de même dès que la vitesse atteint* 40 *ou* 45 *kilomètres. La réduction de la résistance devient alors insignifiante. Si ce fait se confirmait, il faudrait renoncer à employer les boîtes à rouleaux, du moins sur tous les chemins où les trains marchent à de grandes vitesses, mais on pourrait peut-être en faire usage avec avantage sur des chemins d'ordre secondaire, où la vitesse ne dépasse pas* 40 *kilomètres par heure.*

Boîtes à galets. — On a aussi réduit le frottement sur l'essieu au moyen de galets. Nous avons vu cette disposition appliquée, il y a près de trente ans, à des chariots pour le transport de la marchandise (fig. 398), au chemin de Bolton à Leigh, en Angle-

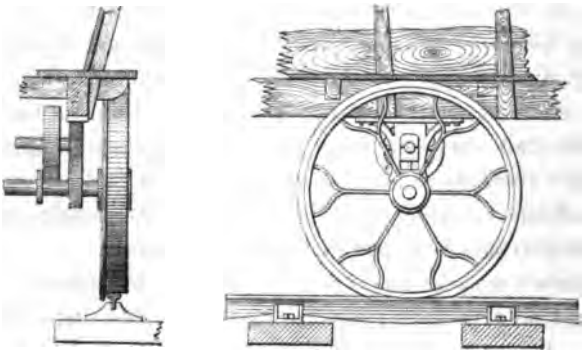


Fig. 398. — Boîte à galets.

terre; mais on y a renoncé, parce que le graissage des axes des galets n'était pas sans difficulté, que, d'ailleurs, l'entretien de ces galets était assez dispendieux, et enfin parce que la pression par millimètre carré sur la fusée était considérable et en accélérait l'usure.

Roues. — Généralités. — Les roues des wagons ne sont pas semblables à celles des voitures ordinaires, qui ne seraient pas assez solides et coûteraient très-cher d'entretien.

Elles sont entièrement en fonte et fer, quelquefois en fonte ou en fer seulement; leur diamètre varie de $0^m,90$ à 1 mètre.

Les roues tout en fonte (fig. 399) sont, à cause de leur grande fragilité, entièrement abandonnées en France. En Amérique, ces

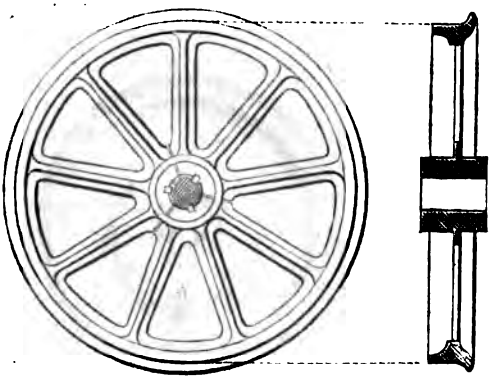


Fig. 399. — Roue en fonte.

roues sont encore très-répandues, même pour les voitures à voyageurs. Elles doivent être coulées en coquille, c'est-à-dire dans un moule en métal et non dans un moule en sable. On en fait aussi usage sur plusieurs chemins de fer allemands.

Roues des wagons à terrassement. — Les roues des wagons de terrassement employées en Europe, il y a quelques années, étaient aussi en fonte, coulées en coquille. Aujourd'hui les rais sont en fer forgé, en sorte que le cercle et le moyeu seuls sont en fonte. Le cercle est coulé en coquille.

Quand la roue est coulée en coquille, le pourtour, se refroidissant rapidement par le contact des parois métalliques du moule, subit une espèce de trempe et acquiert une dureté qui lui est nécessaire pour résister au frottement sur les rails.

On ménage dans le moyeu des fentes, afin que le retrait des rais et du moyeu, qui sont coulés en sable et se refroidissent plus

lentement que le pourtour, puisse s'opérer sans donner lieu à des tensions qui feraient rompre la roue à sa mise en service. On remplit ces fentes avec des cales en fer, et l'on *frette* le moyeu à l'aide de deux cercles posés à chaud. Ces cercles, en se refroidissant, se contractent et exercent sur les secteurs du moyeu un serrage énergique.

Roues en fonte américaines. — La roue américaine en fonte (fig. 400) a été décrite de la manière suivante par le capitaine Galton :

« Les roues en usage sur les chemins américains sont en fonte

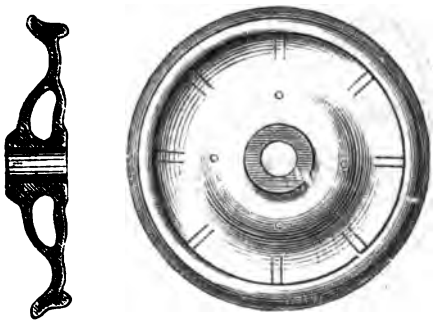


Fig. 400. — Roue américaine.

avec des cercles coulés en coquille ; elles ont de 0m,76c à 0m,91c de diamètre sans rais.

« Quand elles sont bien faites, ces roues font de 96,000 à 129,000 kilomètres, sans que les cercles soient usés, et elles ne sont pas fragiles. Elles pèsent un peu plus de 227 kilogrammes et coûtent 75 francs pièce.

« Elles font un bon service et n'exigent pas d'entretien.

« On découvre facilement les fissures ou fentes au moyen d'un marteau : le son indique la fissure. Quand une de ces roues se brise d'ailleurs, l'accident ne devient grave que dans le cas de rupture d'un bandage.

« Ces bandages, coulés en coquille, sont cylindriques. Ils sont percés sous forme de cône pour s'appliquer sur le corps de la roue, qui est aussi en fonte et tourné de manière à présenter le même cône :

on les fixe à l'aide de vis. Ils sont considérés comme préférables à ceux en acier ou en fer, parce qu'ils sont moins sujets à se briser par la gelée. Ils sont difficiles à fabriquer et nécessitent du fer d'une qualité supérieure. Il n'y a que trois usines aux États-Unis qui les fabriquent convenablement. »

Roues en fonte allemandes. — On emploie aussi les roues en fonte du système américain sur certains chemins allemands. La note suivante, empruntée au *Journal de l'ingénieur civil*, contient d'intéressants renseignements sur l'emploi de ces roues :

« Les roues en fonte coulées en coquille sont d'un usage fréquent pour le matériel roulant des chemins de fer en Amérique. Depuis nombre d'années quelques chemins de fer allemands en ont fait venir de ce dernier pays, pour les employer à titre d'essai. Les résultats obtenus ont été tellement favorables, qu'on a dû songer à en fabriquer dans le pays même, quoiqu'on eût peu d'espoir d'arriver au degré de perfection des roues tirées de l'Amérique. Quelques centaines de roues furent fondues en coquille à l'usine domaniale de Kœnigsbrunn, et servent avantageusement depuis trois ans sous les wagons à marchandises des chemins de fer du Würtemberg. Les chemins de fer de la Suisse ont imité cet exemple et emploient des roues en fonte pour une partie des wagons à marchandises. En Autriche, l'usage s'en est très-répandu, et depuis environ cinq ans on les fabrique dans le pays avec une rare perfection. C'est aux efforts d'un habile maître de forge, M. Ganz, d'Ofen, que l'Autriche doit cette nouvelle industrie. Encouragé par des personnes compétentes, M. Ganz a commencé la fabrication des routes en fonte coulées en coquille, il y a déjà plus de cinq ans, et est arrivé à donner un tel degré de perfection aux produits sortant de ses usines, qu'on les estime autant que les meilleures roues tirées de l'Amérique, qui, aujourd'hui, après onze ou douze ans de service sur les chemins de fer allemands, présentent une usure insignifiante et des surfaces de roulement encore en très-bon état. Ces résultats ont contribué à rendre plus fréquent l'emploi des roues coulées en coquille, et plus de dix mille pièces ont été livrées aux administrations de différentes lignes de fer. Au dire des ingénieurs allemands, ces roues présentent les avantages suivants :

La surface de roulement est pour ainsi dire inusable, et les cercles coulés en coquille ne présentent point de défauts de fonte.

Le prix d'acquisition est bien inférieur à celui des roues ordinaires, les réparations sont nulles, les roues n'ayant pas besoin d'être tournées, puisqu'elles conservent leur forme ronde primitive.

L'action destructive sur les rails de la voie est moindre, les roues ne perdant pas la forme ronde.

Le peu de poids et la grande résistance forment également des avantages qui les font rechercher.

Les roues coulées en coquille sont en usage sur les chemins de fer de l'État de Vienne à Trieste, ou ceux de la Compagnie autrichienne privilégiée, sur celui de la Theiss et plusieurs autres. La société privilégiée en possède 1,052, sur lesquelles on a dû en réformer 12, principalement pour des défauts qui auraient dû motiver leur rejet lors de la réception à l'usine. Le chemin de fer de la Theiss possède 3,304 pièces servant sous des wagons de tout genre, et 186 autres servant exclusivement aux wagons de ballastage.

Pendant l'hiver passé, la température est descendue jusqu'à moins de 25 degrés centigrade, et, malgré ce froid intense, on n'a remarqué aucune cassure de roues. Ce résultat favorable, auquel on était loin de s'attendre, a fait qu'on a prescrit l'emploi des roues en fonte pour 182 nouveaux wagons, commandés par la Compagnie de la Theiss.

Le tableau suivant indique les diamètres, les poids et les prix qu'on paye ordinairement les roues prises à l'atelier.

ROUES EN FONTE COULÉES EN COQUILLE.

Diamètres.	Poids.	Prix.
0m,74	380 kilog.	163 fr.
0m,95	280 —	150 —
0m,74	190 —	88 —
0m,71 pour charrues	207 —	115 —
0m,45 à neige	125 —	86 —
0m,63 pour wagons de ballastage .	126 —	63 —
0m,47 pour lowris	53 —	38 —

En ajoutant à ces prix ceux de l'alesage, se montant à 5 francs pour les grandes roues et à 3 francs pour les petites, elles sont encore bien bon marché, surtout si elles réunissent les qualités que les ingénieurs autrichiens leur attribuent, et si elles présentent autant de sécurité que celles en fer forgé.

Les figures 401, 402, 403 représentent des roues en fonte de différents modèles fabriquées en Saxe par M. Gruson.

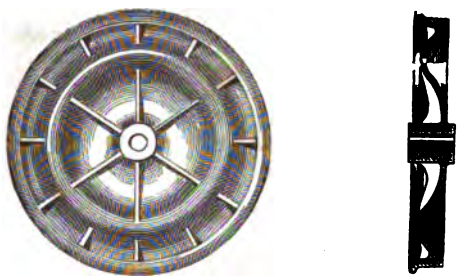


Fig. 401.

On a prétendu que la fabrication de ces roues exigeait des fontes d'une qualité particulière que l'on ne pouvait pas obtenir en France.

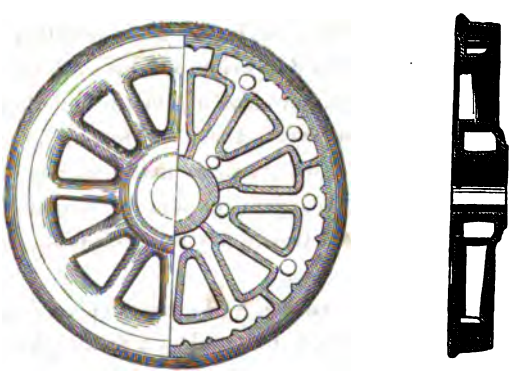


Fig. 402.

C'est une erreur, M. Gruson, après avoir visité nos usines et avoir étudié leurs produits, est dans l'intention d'établir en France une fabrique semblable à celle qu'il dirige en Allemagne.

Dans un voyage que nous avons fait récemment en Allemagne, nous avons recueilli quelques renseignements sur les roues en fonte.

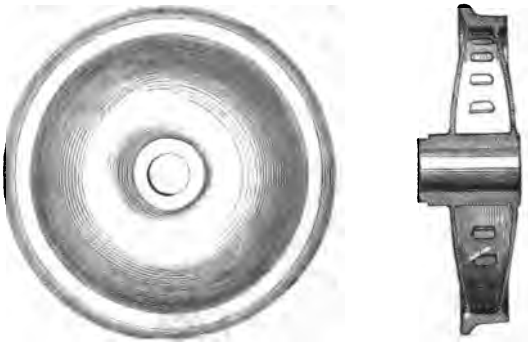


Fig. 405.

En voici le résumé : L'ingénieur du chemin de Vienne à Trieste n'en est pas satisfait. Il les considère comme étant d'un mauvais emploi sur les chemins où le matériel éprouve une grande fatigue, tels que ceux où les pentes sont fortes et les courbes de petit rayon.

Le gouvernement autrichien, à la suite d'un accident arrivé par suite de la rupture de roues en fonte, les a prohibées pour le transport des voyageurs. On doit éviter aussi d'en faire usage sur les wagons portant un frein. Un autre ingénieur exploitant un chemin où les pentes sont modérées et les courbes de grand rayon, les emploie volontiers dans les trains de marchandises, mais il les proscrit pour les trains de voyageurs et pour les wagons à frein.

Dans le Würtemberg, on trouve des roues en fonte même dans les trains de voyageurs.

Roues en fonte cerclées en fer. — La roue représentée fig. 404 a été employée sur le chemin de Londres à Birmingham pour les wagons à marchandises; les rais en sont ronds et creux. D'autres fois les rais sont plats et à nervures. Ces roues sont cerclées en fer.

La différence de prix en faveur des roues à rais en fonte, en France, nous paraît trop faible pour en justifier emploi, même pour les wagons à marchandises. Leur fragilité expose à des acci-

dents que l'on n'a pas à redouter avec celles à rais en fer. Qu'un déraillement ait lieu, ou même qu'un essieu vienne à se casser, sans qu'il y ait déraillement, les roues à rais en fonte se rompront très-probablement, lorsqu'au contraire celles à rais en fer résisteront.

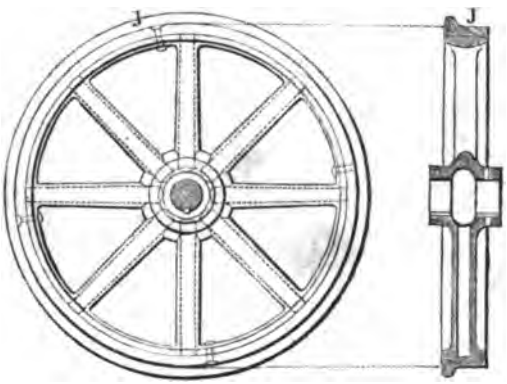


Fig. 404. — Roue en fonte avec bandage en fer.

Des vices trop fréquents dans la fonte, une clavette trop fortement serrée, un cercle posé trop chaud, un bandage posé ou enlevé sans précaution; ou simplement trop usé, sont autant de causes de rupture qui ont pour conséquence la perte de la roue tout entière. *Si toutefois on parvenait à fabriquer en France les roues en fonte avec autant de perfection qu'en Allemagne et au même prix, il y aurait lieu d'examiner si malgré leurs défauts elles ne pourraient pas dans les trains de marchandises être substituées aux roues en fer.*

Roues en fer à moyeu en fonte. — Ces roues, les plus répandues de toutes (fig. 405), se composent de bandes de fer plat, recourbées autour de mandrins en fonte, de manière à former des triangles ou des pentagones. Les deux extrémités de ces barres sont noyées dans le moyeu en fonte. Quelquefois on entoure les rais d'un cercle intermédiaire appelé *faux cercle* ou *faux bandage*. Le but du faux cercle est de donner à la roue la même rigidité sur tout son pourtour; on a atteint le même but au chemin de fer de

Paris à Strasbourg, en soudant dans les angles de petits coins en fer.

Les roues en fer à moyeu en fonte périssent généralement parce que le moyeu se fend, ou parce que les rayons prennent du jeu dans ce moyeu.

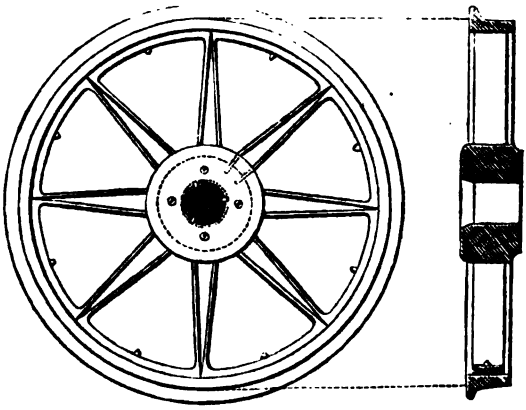


Fig. 405. — Roue en fer avec moyeu en fonte.

On les remplace depuis plusieurs années déjà, sur certaines lignes, par des roues entièrement en fer.

Roues en fer. — On a fabriqué le moyeu de ces roues, d'abord en réchauffant et corroyant un paquet de fer, soit au marteau mécanique, soit au marteau à main. Après lui avoir donné la forme convenable, on pratiquait sur le pourtour et à la tranche des entailles qui détachaient les saillies ou amorces sur lesquelles les bras venaient se souder.

La préparation des bras, leur soudage au moyeu, ainsi que celui des portions de jante, se faisaient par des opérations de forge ordinaires.

Des perfectionnements furent successivement introduits dans cette fabrication.

Dès 1840, en Angleterre, les rais préparés séparément portaient, venus à la forge avec eux, non-seulement les portions de

jante adjacentes, mais encore, à leur autre extrémité, des coins tronqués représentant des portions correspondantes du moyeu (fig. 406.) Les rais avec leurs coins étaient assemblés dans un cercle-support. On réchauffait la partie centrale et on terminait le soudage au marteau à main par les moyens ordinaires.

Les portions de jante étaient ensuite reliées par le forgeage en mises et à bras.

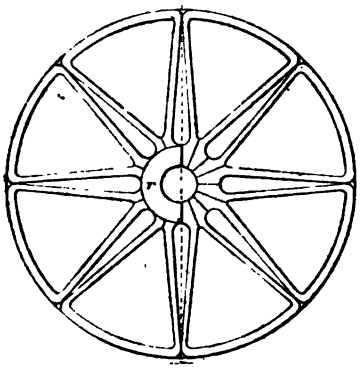


Fig. 406. — Roue en fer.

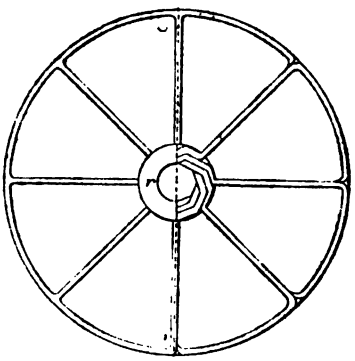


Fig. 407. — Autre roue en fer.

On a aussi formé le moyeu en contournant les extrémités des rais (fig. 407), et on l'a soudé en chassant un mandrin dans le vide du milieu.

Vers 1848, les usines Derosne et Cail en adoptant à peu près ce mode d'assemblage (fig. 407) effectuèrent le soudage de la partie centrale au marteau-pilon, tout en continuant le travail des portions de jante par mises et à bras.

Le Creusot et Oullins ont plus tard fabriqué des roues en fer au marteau-pilon par le même procédé perfectionné.

MM. Arbel et Cᵉ enfin fabriquent aujourd'hui des roues en fer par un procédé particulier qui se résume de la manière suivante[1] : Le moyeu est formé de deux demi-moyeux assemblés entre eux et avec les bras, ainsi qu'il sera dit plus loin. Les bras sont fabriqués séparément. Quant à la jante, c'est une bande de fer cintrée, dont on soude ensemble les deux extrémités. Une machine à mortaises

creuse la face intérieure de la couronne ainsi obtenue, pour y faire les logements des tenons des rais.

La fig. 408 montre comment s'assemblent les trois éléments de la roue. Le centre est formé de deux demi-moyeux MN, M'N', portant des entailles correspondantes dans lesquelles pénètrent les extrémités RR, RR des bras, tandis que, d'autre part, les tenons T, T s'engagent dans les logements qu'on leur a préparés dans la jante JJ. Cet assemblage se fait à froid sur des plates-formes qui présentent des saillies rayonnant du centre à la circonférence, entre lesquelles se disposent les bras; les demi-moyeux sont placés au centre et la jante à la circonférence. Quand le tout est calé convenablement et assez solide pour être saisi par les tenailles, la roue est portée sur la sole d'un four à réverbère.

Fig. 408.

Dans ce four, elle est chauffée au rouge blanc, puis apportée sur une matrice, reposant elle-même sur une enclume. Cette matrice présente en plein les vides de la roue, et réciproquement. Une autre matrice, à peu près semblable à la première, est posée sur la roue. On frappe avec un marteau-pilon, d'une construction particulière, sur la matrice supérieure, et en quelques coups le soudage est opéré. En sortant de l'atelier de pilonnage, il ne reste plus pour terminer les roues qu'à les limer, buriner, etc.

Ce procédé s'applique aux roues de locomotives aussi bien qu'à celles de wagons.

Roues en bois et fer. — En Angleterre et en Allemagne, on emploie avec succès des roues composées de secteurs en bois (fig. 409), emmanchés sur un moyeu en fonte, et formant un disque plein. Le bandage en fer est posé à chaud sur ces roues, et, en se refroidissant, exerce sur les secteurs un serrage énergique qui consolide le tout. Il paraît que les roues en bois sont favorables à la conservation des bandages.

Roues à disques pleins. — On emploie aujourd'hui sur plusieurs chemins de fer des roues pleines toutes en fer. Le bandage enveloppe un véritable disque en fer (fig. 410).

On leur attribue les avantages suivants : comme les roues pleines avec secteurs en bois, elles soulèvent bien moins la poussière que

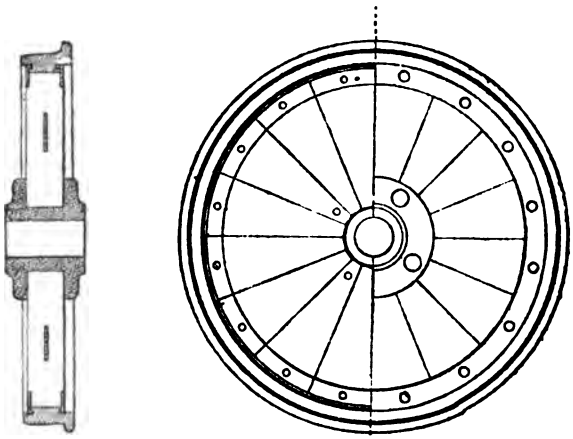


Fig. 409. — Roue en fer, fonte et bois.

les roues à rais; elles ne projettent pas comme ces dernières les escarbilles enflammées tout autour du chemin; elles ne donnent pas

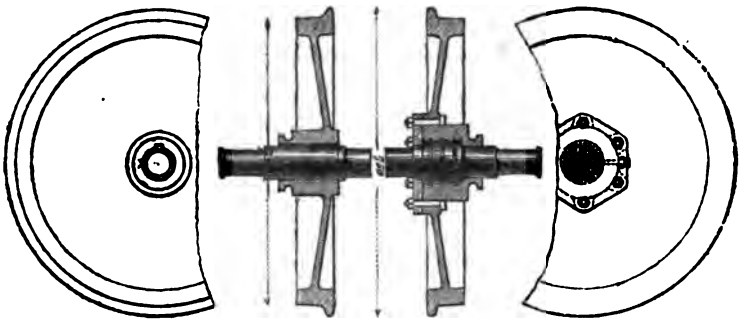


Fig. 410. — Roue à disque plein.

lieu généralement à une résistance de l'air aussi grande, ce n'est que dans le cas particulier du vent soufflant latéralement qu'elles pourraient l'augmenter au lieu de la diminuer; elles sont plus légères; enfin elles sont moins coûteuses d'achat et d'entretien que celles à rais.

On a prétendu qu'elles manquaient d'élasticité et présentaient plus de difficultés pour serrer le bandage. Ces reproches ne paraissent pas fondés.

M. Forquenot nous communique au sujet de ces roues la note suivante : « J'ai en service 1,081 paires de roues pleines en fer de la Providence. Elles donnent de très-bons résultats, les bandages tournent bien et se comportent parfaitement. Je les emploie et continuerai à les employer exclusivement pour le matériel à voyageurs. Elles soulèvent beaucoup moins la poussière que les roues évidées, et je ne leur ai reconnu aucun inconvénient particulier. »

Au chemin de l'Est, on a aussi essayé les roues à disques pleins. On en a été satisfait pour les wagons et pour les tenders des machines marchant à de petites vitesses ; mais le résultat s'est trouvé différent pour les tenders des machines Crampton. Les lignes suivantes sont extraites d'un rapport qui nous a été fait à ce sujet par M. Vuillemin, ingénieur en chef du matériel et de la traction sur ce chemin : « Lorsque, par suite d'usure l'épaisseur des bandages est réduite à 35 ou 40 millimètres, ils ont une plus grande tendance à se laminer quand on se sert de roues pleines que lorsqu'on fait usage des roues à rayons; en conséquence, ces bandages prennent du jeu et il faut les resserrer. Aussi évite-on depuis quelque temps de placer des roues pleines sous les tenders Crampton, avec lesquels cet inconvénient serait plus sensible. »

Roues pleines en acier fondu. — Au chemin de l'Est, depuis un an, on emploie des roues pleines en acier fondu. Elles présentent les mêmes avantages que celles en fer, mais on craint qu'elles ne soient plus fragiles.

Bandages. — Le bandage est le cercle à rebord sur lequel s'opère le roulement. Il est posé à chaud sur la roue, de manière à en serrer fortement le pourtour en se refroidissant ; puis il est fixé au moyen de rivets, de boulons ou de vis qui ne traversent pas toute l'épaisseur du bandage et dont la tête se trouve à l'intérieur de la couronne formée par les rais. C'est la première de ces dispositions qui a prévalu presque exclusivement pour les roues de wagons; la seconde est employée assez fréquemment pour les roues de locomotives; la troisième est à peu près complétement

abandonnée, parce qu'elle ne présente pas toute la sécurité désirable.

Les bandages sont formés d'une bande de fer courbée en cercle, dont on a soudé ensemble les deux extrémités, ou de cercles sans soudure. Ces derniers sont d'un emploi plus sûr que les premiers. Nous en avons décrit le procédé de fabrication dans le *Nouveau portefeuille*.

Les bandages sont ordinairement fixés au faux cercle par des rivets. Quelques compagnies ont employé des vis au lieu de rivets. Les rivets sont préférables. Mais ils ont aussi leurs inconvénients, tels que l'affaiblissement de la roue et du bandage et la séparation du bandage de la roue, en cas de rupture.

Nous avons décrit, dans la seconde édition de ce traité, un système de roues dans lesquelles le bandage était fixé au cercle de la roue par l'intermédiaire de cales en bois jointives chassées avec force et lardées de broches en fer qui produisaient un serrage énergique. Ces roues étaient alors employées sur le chemin de l'Ouest, depuis lors elles ont été abandonnées.

Attache des bandages à la roue. — Pour remédier à ces inconvénients, plusieurs inventeurs, MM. Burke, Cabry et Owent, Beathie, Gibson, etc., ont imaginé de fixer le bandage sur la roue par une queue d'aronde ménagée sur celle-ci, la différence entre leurs systèmes consistant dans la manière dont ils réunissent les bords du bandage aux faces latérales de cette queue d'aronde. M. Burke fait laminer les bandages sous la forme représentée par la figure 411, *mm'* MM'; l'une des ailes M' embrasse immédiatement l'une des faces de la queue d'aronde, lors de la pose; l'autre M est ensuite soudée sur la deuxième face par un travail de forge ordinaire.

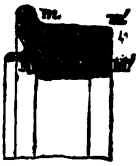


Fig. 411.

Ce procédé est appliqué depuis quelque temps déjà au *London-Brighton-Railway*, où on en paraît très-satisfait.

Les autres inventeurs, au lieu d'une soudure du bandage sur toute la circonférence de la roue, se servent de divers procédés de calage de l'une des ailes du bandage contre la face correspondante de la queue d'aronde, tantôt avec des coins convenablement ré-

partis sur la circonférence, tantôt par un cercle de joint, sur lequel on se borne à rabattre l'aile du bandage sans la souder. Ces modes d'assemblage, qui paraissent beaucoup moins solides et sûrs que le précédent, ont sur lui l'avantage de permettre le recalage du même bandage sur la roue après quelque temps d'usage.

Plusieurs chemins anglais, le *Great-Northern*, le *Great-Western* entre autres, appliquent ces divers procédés sur une grande échelle. D'autres, comme le *Middland-Railway*, l'*Eastern Coueinties*, ont préféré remplacer les bandages médiocres, que livrent les usines anglaises, par des bandages de bonne qualité, quelquefois même en acier fondu de Krupp.

La surface extérieure du bandage est dressée au tour; elle se compose du *bourrelet b* (fig. 412), raccordé par un congé avec une surface conique dont l'inclinaison est ordinairement de $\frac{1}{20}$ [1]. Généralement cette partie du bandage est tournée suivant une seconde surface conique dont l'inclinaison est de $\frac{3}{20}$.

Fig. 412. — Bandage.

Cette disposition diminue un peu le poids du bandage sans en altérer la solidité ; elle est du reste avantageuse, parce que les ban-

[1] Cette conicité du bandage est nécessaire. Dans les courbes, le wagon étant poussé par la force centrifuge contre la file de rails extérieure, le point de contact des roues qui reposent sur cette file de rails se rapproche du bourrelet, tandis que celui des roues qui portent sur la file de rails intérieure s'en éloigne. Il en résulte que les premières, pour chaque tour, font plus de chemin que les dernières, ce qui doit avoir lieu pour qu'il n'y ait pas un glissement provenant de la fixité des roues sur les essieux.

En ligne droite, les deux files de rails sont d'égale longueur. Il faut donc, pour que les deux roues jumelles roulent et ne glissent pas, que le contact des roues avec les rails ait lieu suivant des cercles du même diamètre. Si, par une cause quelconque, le wagon s'écarte de cette position d'équilibre, le bourrelet de l'une des roues se rapproche du rail et l'autre s'en écarte. Les roues faisant alors des chemins différents, le wagon tourne sur lui-même de façon que le bourrelet de la roue qui s'était rapproché du rail s'en éloigne tandis que celui de la roue jumelle s'en rapproche. Le wagon revient ainsi à sa position d'équilibre; mais, comme il y revient avec une certaine vitesse acquise, il la dépasse et un instant après tourne en sens contraire. Ce mouvement de rotation combiné avec le mouvement de translation produit le mouvement sinueux auquel on a donné le nom de mouvement de lacet. Le mouvement de lacet fatigue les voyageurs et le matériel, mais il empêche le frottement latéral des roues contre les rails, frottement qui aurait lieu avec des roues cylindriques et dont les effets seraient encore plus fâcheux. Différentes causes contribuent à l'augmenter, comme, par exemple, l'usure inégale des roues, la tension inégale des ressorts, les différences dans la forme ou la pose des rails, etc

dages, en s'usant, se creusent en forme de gorge. Les oscillations de la roue sur la voie refoulent alors le métal du côté extérieur, et le bandage cesse d'être conique. Le chanfrein incliné aux $\frac{3}{20}$ a pour effet de retarder ce refoulement de la matière qui compose le bandage.

En Amérique, où les courbes de chemins de fer ont souvent de très-petits rayons, on a porté la conicité des roues jusqu'à $\frac{1}{7}$.

Essieux. — La figure 413 représente un essieu de wagon du modèle le plus généralement adopté aujourd'hui.

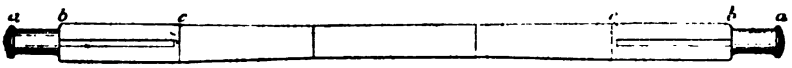


Fig. 413. — Essieu de wagon.

La partie *ab*, tournée avec soin et polie dans toute sa longueur, est la *fusée* sur laquelle repose la boîte à graisse; le moyeu de la roue, alesé exactement au diamètre de la partie tournée *bc*, est emmanché sur cette partie au moyen d'une presse hydraulique. Une clavette en acier, logée à moitié dans l'essieu, à moitié dans le moyeu, empêche la roue de tourner sur l'essieu. Entre les points *cc*, l'essieu se compose de deux cônes tronqués dont les deux petites bases sont raccordées par un cylindre.

Ces différentes surfaces de l'essieu sont, ainsi qu'on le voit, raccordées par des congés. Il est important d'éviter toute entaille à angle vif.

La rupture d'un essieu de wagon n'occasionne presque jamais d'accident. La caisse, lors même qu'elle n'est plus soutenue par les quatre roues, étant pour ainsi dire suspendue par les chaînes d'attelage aux voitures voisines, est maintenue dans la voie et guidée par ces voitures. Des centaines d'essieux se sont cassés sur le chemin de Strasbourg à Bâle et sur d'autres chemins, sans que les voyageurs aient été exposés au moindre danger. Mais, si la déplorable catastrophe du 8 mai 1842 a offert un épouvantable exemple des conséquences du bris d'un essieu de locomotive dans certaines circonstances extraordinaires, le grave accident survenu, il y a quelques années, sur le chemin d'Anvers a prouvé que celles du

bris d'un essieu de wagon pouvaient aussi, par suite de la réunion fortuite de certaines circonstances, devenir terribles.

Il ne sera donc pas hors de propos de résumer ici quelques observations importantes, faites par M. Polonceau, au chemin de Bâle à Strasbourg, sur ce sujet.

Un grand nombre d'essieux devant être remplacés par des essieux d'un nouveau modèle, on les brisa à coups de mouton.

La rupture eut lieu constamment contre la face intérieure du moyeu. La cassure était sensiblement plane, soit que l'essieu se fût cassé en service, soit qu'on l'eût brisé à coups de mouton. Le grain, très-fin comme celui de l'acier dans les zones AB (fig. 414), allait en grossissant vers la zone C, puis devenait absolument semblable à celui du corps de l'essieu où le fer avait conservé sa texture primitive. La couleur brune de rouille dans la zone A, comme celle de très-vieilles cassures, devenait graduellement moins foncée vers la zone B, jusqu'à ce qu'elle disparût entièrement dans la zone C. Les cercles enfin qui enveloppent les zones B et C n'étaient pas concentriques, mais tous tangents en D au fond de l'entaille où se trouvait la clavette.

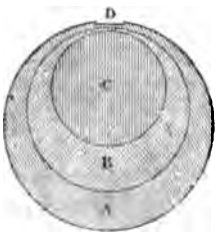


Fig. 414. — Cassure d'essieu.

Ces faits ont été observés sur un très-grand nombre d'essieux qui avaient fait un long service, fabriqués d'ailleurs avec des qualités de fer très-différentes : du fer très-nerveux et bien homogène, des fers fabriqués avec des rognures de tôle à texture lamellaire, et du fer cassant à gros grains.

L'oxydation de la cassure dénote assez la préexistence d'une fente qui s'est successivement agrandie jusqu'au moment de la rupture. Que ce genre d'altération tienne en partie à l'ancien usage de couper les essieux à angle vif contre le moyeu, cela paraît incontestable; toujours est-il qu'on ne l'évite pas complétement en substituant un congé à cet angle. Des essieux qui, dans l'origine, avaient été exécutés au chemin de Bâle à Strasbourg avec des congés aux angles, ont été cassés au mouton après deux ou trois ans d'usage. Ils se sont brisés comme ceux qui présentaient des angles

vifs à l'extrémité du congé, et la cassure avait un aspect analogue à celui des essieux du premier modèle. Quelques-uns, étant d'excellent fer, ont supporté, avant de se rompre, jusqu'à quatre coups d'un mouton de 600 kilogrammes, qu'on laissait tomber d'une hauteur de 5 mètres, tantôt sur un côté, tantôt sur l'autre.

Un grand nombre d'ingénieurs attribuent les ruptures dont nous venons de parler à un changement de texture du fer, qui, de nerveux, passerait à l'état de fer à grains ou à facettes, par l'effet de vibrations répétées. Cette opinion, assez généralement admise autrefois, est combattue aujourd'hui par la plupart des personnes les plus compétentes.

Il est reconnu que le changement d'état moléculaire du fer dont nous venons de parler a lieu quand ce fer est soumis à une température élevée pendant un temps suffisamment prolongé, ou à un écrouissage à froid au marteau, ou encore à un taraudage, opérations dans lesquelles le fer subit une déformation violente et persistante. Mais les flexions que prend un essieu pendant sa marche sont tellement faibles, qu'il est difficile d'admettre que leur effet soit le même que celui du martelage ou du taraudage.

Les ruptures des essieux s'expliquent du reste d'une manière fort simple, sans qu'il soit nécessaire d'admettre une modification dans la texture du fer.

On recherche généralement, dans la construction des essieux, les qualités de fer connues sous le nom de fer *fort* et *dur*. Ce fer résiste à des efforts très-considérables, mais il ne s'allonge que d'une faible quantité avant de se rompre. Or, toutes les fois qu'une barre de fer fléchit, une partie de ses fibres s'allongent; les flexions que subissent les essieux pendant la marche, et qui sont dues au poids qui repose sur leurs fusées, et surtout aux chocs qu'éprouvent les roues au passage des joints quand leurs rebords viennent à rencontrer les rails, se traduisent donc en un nombre infini d'allongements qui, s'ils sont suffisamment grands, provoquent la rupture des fibres extérieures, et, de proche en proche, de toute la section de l'essieu. D'après cela, c'est en limitant l'allongement que l'on éviterait les ruptures d'essieux; en d'autres termes, il fau-

drait augmenter leur section, afin de rendre leur flexion aussi faible que possible.

En effet, sur les lignes nouvellement construites, on a donné aux essieux des dimensions beaucoup plus fortes que celles des essieux du chemin de Strasbourg à Bâle, et, par ce moyen, les ruptures ont été évitées complétement.

Les boîtes à graisse reposent sur les essieux, tantôt entre les roues, auquel cas l'essieu se termine à ras du moyeu ; tantôt en dehors des roues (fig. 415) : l'essieu traverse alors le moyeu et se prolonge au dehors.

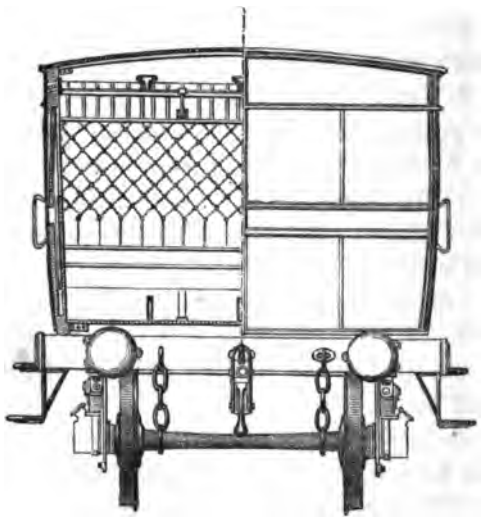


Fig. 415. — Position des boîtes à graisse.

Lorsque les boîtes portent en dedans des roues, on est obligé de donner aux fusées une grande épaisseur, car l'essieu, aux points où elles se trouvent alors placées, doit résister, non-seulement à la pression de la charge qu'il supporte, mais encore à toutes les pressions latérales du bourrelet des roues contre les rails, lesquelles tendent à les renverser en brisant les essieux justement aux points où se trouvent les fusées.

Quand on place, au contraire, les boîtes en dehors (comme

fig. 415), on peut diminuer le diamètre de la fusée, et l'on réduit ainsi, comme l'enseigne l'étude de la mécanique, le *travail du frottement*, qui constitue la partie la plus importante de la résistance des wagons. On rend aussi le graissage et la visite des boîtes plus faciles.

Les fusées intérieures ne sont plus guère usitées que pour les wagons de terrassement. Nous traiterons du reste la question des fusées extérieures et intérieures avec plus de développements, en nous occupant des locomotives à châssis extérieurs et intérieurs.

On ne saurait attacher une trop grande importance à une bonne disposition des fusées et des boîtes à graisse.

Dans un wagon qui roule sur un chemin de fer bien entretenu, la principale résistance ne s'exerce pas au pourtour de la roue, comme dans les voitures ordinaires, mais bien tangentiellement à la fusée.

L'*intensité* de ce *frottement* est proportionnelle à la pression supportée par la fusée; le poli et la nature des surfaces en contact et la matière grasse interposée, ainsi que le plus ou moins de soins apportés dans le montage de l'appareil, influent beaucoup sur cette résistance. Il dépend même jusqu'à un certain point de l'étendue de la surface frottante et augmente quand cette surface, diminuant la pression, devient assez grande pour que la graisse soit écrasée [1].

Autrefois, préoccupé surtout de la pensée de diminuer le travail du frottement, on avait diminué le diamètre des fusées de manière à se rapprocher beaucoup de la limite de résistance de ce métal; mais comme les trépidations exercent sur un état moléculaire une action d'autant plus fâcheuse qu'on est plus voisin de cette limite, les ruptures étaient fréquentes. Éclairé par l'expérience, on a augmenté le diamètre des fusées, et on le calcule de manière que l'état moléculaire de l'essieu n'ait pas encore subi de changement notable lorsqu'il doit être remplacé par suite de l'usure provenant du frottement sur la fusée.

C'est surtout pour les trains à grande vitesse qu'il faut éviter de

[1] Voir plus loin au chapitre intitulé : *Théorie de la résistance au mouvement des wagons.*

trop charger les fusées, parce qu'alors elles seraient bien plus exposées à chauffer que dans les trains à vitesse moindre.

On a essayé au chemin d'Orléans les essieux en acier fondu. On ne leur a trouvé d'autre avantage que celui d'offrir des fusées dures et polies. On obtiendrait également cet avantage si l'on parvenait à tremper les fusées en paquet. On est du reste très-satisfait des essieux fabriqués avec du fer à grains fins, espèce de fer tenace aciéreux.

En Angleterre, on a fait usage d'essieux creux, plus légers à égalité de résistance que les essieux pleins. On y a renoncé. Peut-être y aurait-il lieu de faire de nouveaux essais de ces essieux, que l'on fabriquerait par un procédé perfectionné.

Caisses. — La forme des caisses, avons-nous dit, varie suivant l'usage auquel on destine le wagon. Nous allons passer rapidement en revue les principales dispositions que présentent ces véhicules.

On distingue :

1° Les wagons de terrassement ;

2° Les wagons d'ensablement ou de ballastage,

3° Les wagons pour le transport de la houille ;

4° Les wagons pour le transport du coke ;

5° Les wagons pour le transport du charbon de bois ;

6° Les wagons pour le transport des marchandises de différentes natures ;

7° Les wagons pour le transport des voitures de rouliers et des voitures ordinaires montées sur leurs roues ;

8° Les wagons pour le transport des caisses de diligences ;

9° Les wagons pour le transport des bestiaux ;

10° Les wagons pour le transport des moutons ;

11° Les wagons pour le transport du lait ;

12° Les wagons pour le transport des chevaux ;

13° Les wagons pour le transport des bagages.

14° Les wagons pour le transport des grandes pièces de bois ;

15° Les wagons pour le transport des dépêches ;

16° Les wagons pour le transport des voyageurs.

Il convient de simplifier le matériel des chemins de fer en rédui-

sant autant que possible le nombre des différentes espèces de wagons. Au chemin de l'Est, dans le principe, ce nombre était considérable. Aujourd'hui, abstraction faite d'une certaine quantité d'anciens wagons dont le modèle est abandonné, on n'emploie plus pour l'exploitation que les suivants :

Les wagons avec grandes plates-formes à rebords servant au transport des métaux, des pierres, des bois de construction et de chauffage, des cotons en balles, etc.

Les wagons couverts portant les bois de chauffage, les farines, les graines et toute espèce de marchandises qui ne pourraient pas être chargées commodément sur les autres. Ces wagons servent aussi au transport des bestiaux ;

Les wagons à vigie et à frein servant de fourgons ;

Les wagons à caisse construits pour le transport de la houille, et pouvant servir à d'autres transports ;

Les wagons à trappes spécialement destinés au transport des houilles ;

Les wagons à caisses mobiles pour le transport de la houille et du coke ;

Les wagons également à caisses mobiles pour le transport du charbon de bois ;

Les wagons pour le transport des moutons ;

Les wagons pour le transport du lait ;

Les wagons pour le transport des chevaux ;

Les wagons pour le transport des bagages ;

Les wagons pour le transport des bois ;

Les wagons pour le transport des dépêches ;

Les wagons pour le transport des voyageurs ;

Wagons de terrassement. — Nous avons déjà décrit les wagons de terrassement, p. 399 et 400 du premier volume; nous ajouterons quelques lignes à cette description.

Le mode de construction préférable pour les wagons de terrassement est le plus simple, ou, s'il nous est permis d'employer cette expression, le plus *rustique*. Si les wagons de terrassement étaient d'un mode de construction trop délicat, non-seulement le prix en serait élevé, mais encore l'entretien sur les chantiers en devien-

drait difficile et coûteux. C'est au charpentier plutôt qu'au carrossier qu'on doit confier l'exécution de ce genre de véhicules.

La capacité des wagons de terrassement dépend de l'importance du travail auquel ils sont destinés et de la distance qu'ils doivent parcourir. Il faut les établir plus ou moins solidement, selon le temps pendant lequel on présume en faire usage et les circonstances dans lesquelles on se propose de les employer.

Les wagons conduits par des chevaux à de petites vitesses doivent être plus légers que ceux que l'on mène à grande vitesse avec des machine locomotives. Il serait au contraire peu prudent de se servir de wagons légers et faibles sur des plans inclinés, où ils sont exposés à des chocs violents, ou dans les tranchées profondes, quand on peut se trouver obligé de jeter les déblais dans le wagon d'une assez grande hauteur.

La figure 15, page 399 du premier volume, représente l'ancien wagon de terrassement anglais, qui a été employé sur les chemins de Saint-Germain et de Versailles ; la figure 16, un wagon plus simple de construction, dont la caisse bascule sur l'essieu de devant et dont on fait usage aujourd'hui sur la plupart des chantiers de terrassement.

Dans les wagons du premier modèle, la porte, au moment où la caisse basculait, se développait de manière à se trouver dans le même plan que le fond, en sorte que les terres étaient projetées à une certaine distance. L'emploi de ces portes nécessitant des ferrures assez coûteuses, on les a remplacées par une simple paroi mobile qui se déplace comme la porte d'un tombereau.

Dans les anciens wagons de terrassement, la caisse portait sur l'essieu en dehors des roues ; dans les nouveaux, elle porte en dedans ; les roues de ces anciens wagons n'avaient que 50 centimètres de diamètre, celles des wagons actuels ont au moins 75 centimètres.

Les caisses des anciens wagons de terrassement ne portaient que $1^{m},50$ comptés au déblai. Aujourd'hui, sur les chantiers de terrassement des chemins de l'Est, on se sert de trois espèces de wagons de terrassement : le wagon anglais petit modèle (fig. 416) ne porte que $1^{m},50$ ou $1^{m},75$ de terre ordinaire mesurée au déblai ;

le même wagon grand modèle porte 3^{m},10. Le wagon belge contient 3^{m},30. La caisse de ce dernier ne tourne pas sur un des essieux, comme dans les wagons anglais, mais sur un tourillon en bois, et le wagon est disposé de telle façon, qu'on peut à volonté le faire basculer sur le devant ou sur le côté.

Le wagon anglais du grand modèle (fig. 416) coûte 700 francs, le wagon belge 900 francs.

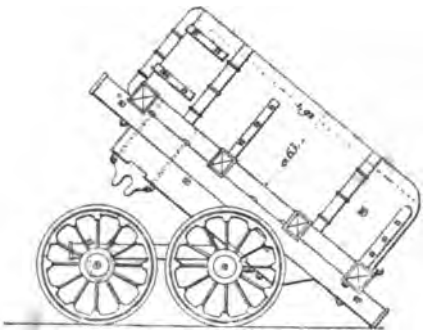


Fig. 416. — Wagon anglais petit modèle.

Nous avons parlé dans le premier volume, page 399, de wagonnets dont l'usage, depuis quelques années, s'est beaucoup répandu.

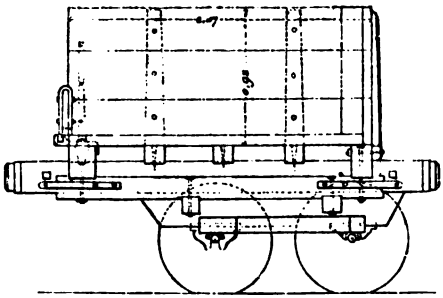


Fig. 417. — Wagon anglais grand modèle.

Wagons à ballast. — Dans les wagons pour l'entretien de la chaussée, le sable est simplement chargé à la pelle dans une caisse rectangulaire à parois de 0^{m},15 à 0^{m},30 de hauteur. Tantôt ces

parois sont fixes, tantôt elles peuvent se rabattre autour de charnières.

Le fond de la caisse est formé de traverses boulonnées sur les brancards du châssis et recouvertes de planches placées en long. On décharge le sable à la pelle; quelquefois cependant on ménage dans les planches une ou deux ouvertures fermées au moyen de trappes et par lesquelles le sable tombe entre les rails.

Wagons à houille. — On transporte dans ces mêmes wagons la houille en gros morceaux. On les charge alors avec soin à la main et on les décharge de même. On y charge aussi certaines espèces de marchandises.

Pour la houille menue, on s'est servi de caisses pyramidales (fig. 418). Ces caisses se vident au moyen de trappes qui s'ouvrent

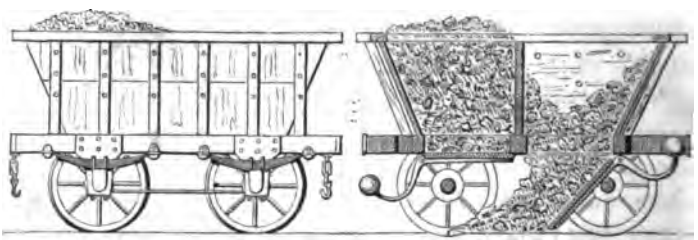


Fig. 418. — Wagons à houille.

dans le fond entre deux essieux. Quelquefois on dispose ces caisses de manière qu'elles puissent être enlevées facilement de dessus le châssis et chargées sur un train ordinaire.

Aujourd'hui sur certains chemins on abandonne les wagons à caisse trapézoïdale, parce qu'on n'y peut charger au retour qu'un très-petit nombre d'objets. On fait usage plus volontiers de wagons à caisses rectangulaires.

Wagons à coke. — M. de Wendel emploie pour le transport du coke des caisses spéciales qu'il a fait construire dans les ateliers de la Compagnie. Leur capacité est de 5 mètres cubes; leur poids, de 400 kilogr. Elles contiennent environ 2,000 kilogr. de coke de Prusse. On en charge 3 par wagon, leur longueur placée transversalement à la voie. Les caisses sont simplement posées sur le wagon.

Dans l'usine à coke de M. de Wendel, située près de Saarbruck, le chargement est très-simple : le quai étant assez élevé, on peut remplir les caisses en les laissant sur le wagon.

Quant au déchargement, il se fait de la manière suivante : on a au magasin de coke une grue qui saisit les tourillons placés de chaque côté de la caisse ; celle-ci s'élève, guidée dans son mouvement par deux tringles verticales, dont chacune est engagée entre deux taquets. Ces deux taquets peuvent être relevés à volonté ; lorsqu'on veut opérer le déversement à droite par exemple, on soulève les taquets de gauche : la caisse ne peut plus alors basculer qu'à droite ; en la poussant d'une manière quelconque dans ce sens, on opère le déversement.

Les caisses portent aussi quelquefois de la houille et du minerai de fer ; celles-ci, pour contenir le même poids, n'ont plus alors que la moitié de la hauteur des précédentes. Cela explique pourquoi les tourillons ont été placés si bas. La caisse étant pleine, pour pouvoir basculer facilement, il faut que le centre de gravité soit très-peu au-dessus de l'axe de suspension, qui serait alors près du milieu. Mais, en adoptant cette disposition, on aurait rendu le renversement pratiquement impossible ; dans le cas d'une charge de houille, l'axe est plus bas que le quart de la hauteur.

Ce wagon coûte environ 300 francs, non compris les roues, essieux et boîtes à graisse. On trouvera aux documents le détail des frais d'établissement.

Wagons pour le charbon de bois. — Quelques usines ont construit des caisses particulières pour le transport du charbon de bois sur les chemins de fer de l'Est. Leur capacité est de 5 mètres cubes; elles contiennent 1,000 kilog. de charbon de bois. Le poids de la caisse vide est de 325 kilogr. Sur un wagon, on met 4 caisses, 2 sur la largeur.

La caisse ou banne, sortant vide de l'usine et démontée, est portée en wagon jusqu'à la station la plus voisine de la forêt. Là, elle est enlevée des wagons, et placée sur une voiture à deux roues. La banne doit donc avoir des dimensions assez restreintes, pour ne pas exiger de trop grosses voitures. Le charbon de bois est chargé

en forêt, sur le lieu de la carbonisation; à son retour, la caisse pleine est replacée sur un wagon à l'aide d'une grue.

Le fond et les parois de la banne sont recouverts soit en clayonnage, soit avec de la volige de 12 à 15 millimètres d'épaisseur.

Le clayonnage est plus économique, mais beaucoup moins solide.

Ce wagon coûte environ 100 francs, non compris les roues, essieux et boîtes à graisse. (*Voir* le détail aux documents.)

Les wagons que nous venons de décrire, ou, au moins, des wagons analogues de construction, pourraient être employés sans doute avec avantage toutes les fois qu'il peut être nécessaire de transborder une marchandise d'espèce quelconque du wagon sur un camion ou sur toute autre voiture propre au service des routes ordinaires.

Maringottes. — On transporte les voitures de rouliers sur de grandes plates-formes appelées *maringottes*. On charge ces voitures au moyen d'une grue après en avoir retiré les roues, et on les fixe avec des cordes qui passent dans des anneaux placés aux extrémités des traverses qui composent la plate-forme. Souvent aussi on les bâche.

Wagons à chaises de poste. — Les chaises de poste sont transportées sur leurs roues et maintenues au moyen de cales et de courroies qui retiennent les roues. Les plates-formes qui sont destinées à ce genre de transport sont ordinairement munies d'un rebord qui, pour les deux petits côtés, peut se rabattre sur le quai de chargement et de déchargement.

Wagons pour le transport des caisses de diligence. — Les caisses de diligences sont enlevées de leur train au moyen d'une grue fort ingénieuse de l'invention de M. Arnoux et placées sur un wagon plate-forme (fig. 419) d'une construction toute particulière.

Aujourd'hui que les chemins de fer ont pris une grande extension, le transport des caisses de diligences a perdu beaucoup de son importance. On y a même, sur la plupart des grandes lignes, entièrement renoncé.

Wagons à marchandises. — Les wagons employés pour le transport des marchandises sont généralement de deux espèces : ceux

couverts avec panneaux mobiles dans le haut et fermés par des portes à charnières ou roulantes servent, suivant le besoin, aux transports des chevaux ou des bestiaux; en Belgique, les véhicules de cette catégorie servant au transport des chevaux ou bestiaux ont

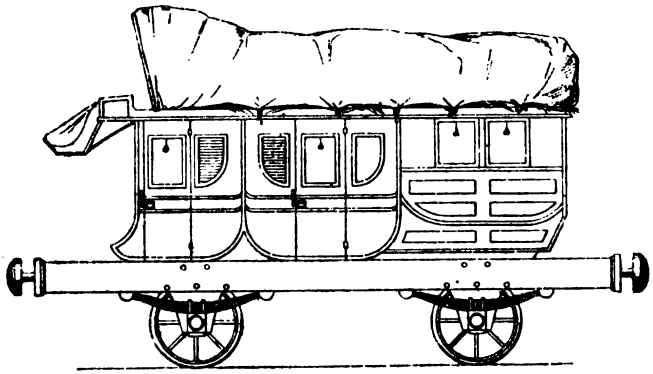


Fig. 419. — Wagon plate-forme pour diligences.

des portes à charnières sur les deux bouts du wagon; cette disposition permet de faire le chargement d'un train entier par une seule entrée, sans changer les wagons de place; les autres, appelés wagons plats (fig. 420 et 421), ont des deux côtés deux bords

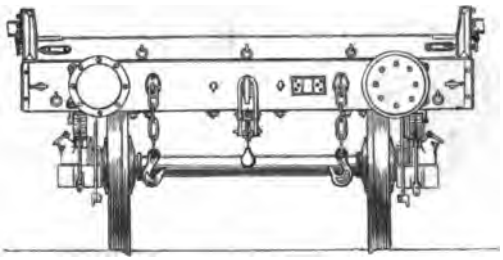


Fig. 420. — Wagons plats.

fixes peu saillants. Les extrémités seules se rabattent suivant les exigences du service. Ces wagons sont habituellement recouverts de bâches suivant la nature des marchandises qu'ils transportent.

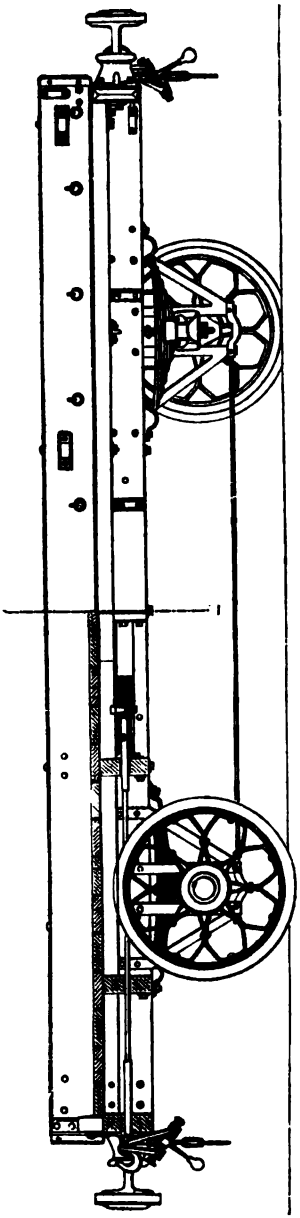


Fig. 421. — Wagons plats.

Les wagons à marchandises ne portaient anciennement que cinq tonnes. On en a, depuis quelques années, doublé la charge, et de cette manière on a réduit considérablement le rapport du poids mort au poids utile.

Ainsi ce rapport, qui, dans les anciens wagons, était de $\frac{4500}{5000} = 0,90$, n'est plus, dans les nouveaux, que de $\frac{4700}{10000} = 0,47$.

Sur les chemins américains de Baltimore et Ohio, d'après M. Douglas Galton, les wagons à marchandises ayant $8^m,40$ de longueur, ne portent que 9 tonnes et en pèsent 6, ce qui est moins avantageux que sur les chemins français.

Bâches. — Souvent on munit les rebords des caisses d'anneaux et de crochets qui servent à fixer les bâches au moyen desquelles on préserve les marchandises de l'humidité et des flammèches des machines;

Aux chemins de fer de l'Est, on a employé simultanément des bâches en toiles et des bâches en bourre de soie. Les unes et les autres sont recouvertes d'une préparation qui est connue sous le nom d'enduit Gagin et dont la base est le caoutchouc.

Les bâches en toile, quand la toile est bien fabriquée, sont moins volumineuses et moins lourdes que celles en bourre de soie. Ces dernières, plus souples avant d'être enduites,

le deviennent moins après l'opération, ce qui paraît tenir à ce qu'elles absorbent une plus grande quantité d'enduit. Les bâches en toile sembleraient donc préférables.

Les opinions à cet égard sont cependant encore assez partagées.

C'est une dépense importante de l'exploitation d'un chemin de fer que celle des bâches; on ne saurait donc apporter trop de soin dans le choix qu'on en fait.

Wagons à bestiaux. — Les bestiaux sont transportés dans de grandes caisses à panneaux percés d'ouvertures et fermées par de petites persiennes. Ces caisses sont recouvertes d'une espèce de toit et munies de portes qui s'ouvrent latéralement.

Le transport des moutons se fait dans de grandes cages à deux étages; les deux planchers doivent être doublés de feuilles de zinc ou de plomb formant gouttières pour rejeter les urines au dehors. Cette garniture doit être placée sous les planchers; sans cela, les moutons glissent sur le métal, tombent les uns sur les autres et se blessent ou quelquefois s'étouffent même.

Wagons à lait. — Le lait est renfermé dans des boîtes cylindriques en fer-blanc de la contenance de vingt litres; on charge environ deux cents de ces boîtes dans une caisse à claire-voie et à deux étages, dont le plancher intermédiaire est composé de grillages en bois mobiles.

Wagons à chevaux. — Généralement les wagons à chevaux dits wagons-*écuries* (fig. 422 et 423), se composent d'une caisse couverte divisée en trois compartiments par deux cloisons longitudinales. Une traverse mobile rembourrée s'appuie contre le poitrail du cheval et l'empêche de se mouvoir; les parois extrêmes sont formées de portes spéciales pour chaque compartiment. Tantôt ces portes sont à deux battants, dont l'un se rabat sur le quai et sert de pont au cheval pour entrer ou pour sortir, et dont l'autre se relève en forme de toit; tantôt elles ont leurs charnières verticales.

On a aussi transporté les chevaux dans de petites cages que l'on pose sur un wagon à plate-forme, comme cela se fait sur les bateaux, et que l'on nommait boxes à roulettes.

Les boxes à roulettes sont depuis longtemps abandonnées.

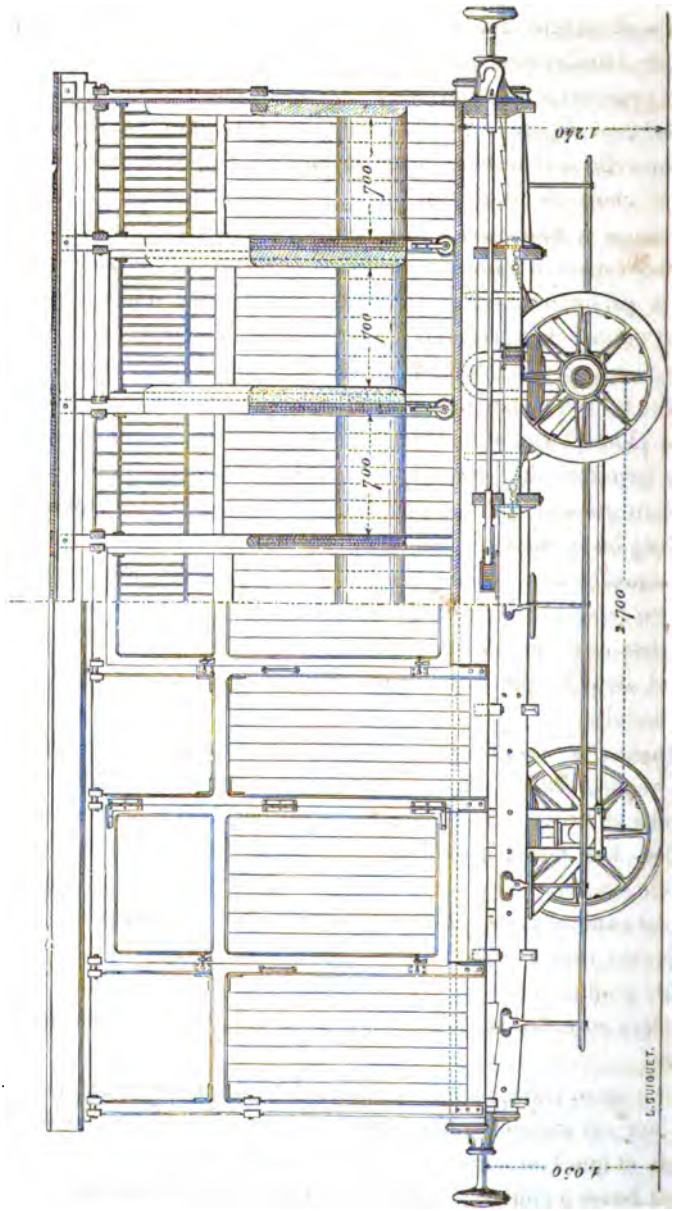


Fig. 422. — Wagon-écuries.

Les chevaux sont généralement placés dans des stalles. Les stalles sont disposées de manière que les chevaux se trouvent dans le sens même de la marche du train ou dans le sens perpendiculaire. Il vaut mieux qu'ils soient dans le sens perpendiculaire. On a constaté, au chemin de fer d'Orléans, qu'ils éprouvaient ainsi beaucoup moins de fatigue.

Les wagons à stalles perpendiculaires à l'axe de la voie, avec une caisse de 6 mètres de longueur, contiennent ordinairement six chevaux et un palefrenier. Trois portes sont ménagées sur cha-

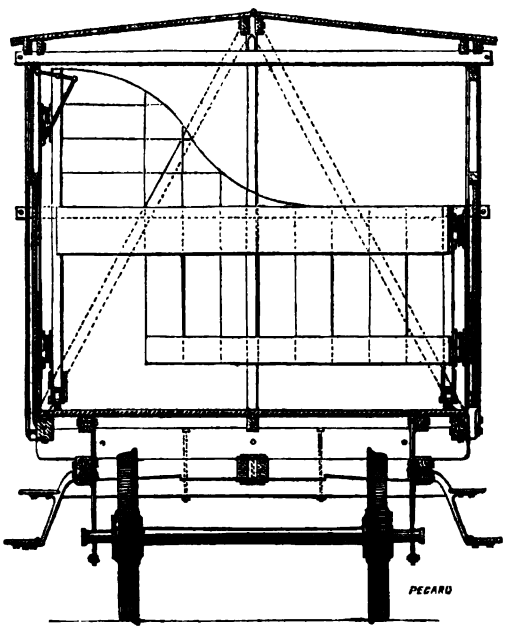


Fig. 423.— Wagons-écuries.

cune de leurs deux faces : l'une, au milieu de leur longueur, donne accès dans une stalle à cloisons fixes; les deux autre partagent par moitié l'espace compris entre l'extrémité du wagon et la stalle du milieu.

Ces dernières portes s'ouvrent sur une stalle dont les parois mobiles, rapprochées alternativement, permettent l'entrée ou la sortie

dans chacune des stalles en face desquelles il n'existe pas de portes, et qui, remises en place, forment parois pour la stalle qui se trouve en face de la porte, stalle dans laquelle on fait entrer le dernier cheval à charger, et que l'on vide en premier lieu au moment du déchargement.

Toutes les cloisons, fixes ou mobiles, sont échancrées du côté de la tête des chevaux, pour permettre au palefrenier de se rendre d'un bout à l'autre du wagon, d'attacher, de détacher un cheval, de remplir son râtelier, etc.

C'est une condition regardée comme essentielle, car ce n'est pas seulement pour ces petits soins que la personne d'un homme est nécessaire, elle suffit souvent pour calmer un cheval qui se défend.

Les wagons-écuries des chemins de fer de l'Est ne contiennent que trois chevaux. L'emploi de ces wagons est avantageux lorsque le nombre des chevaux à transporter à la fois reste souvent au-dessous de cinq ou de six.

On transporte quelquefois, dans les moments de presse, les chevaux dans les wagons à bestiaux. Dans ce cas, le service se fait évidemment dans de mauvaises conditions.

Les personnes qui désireront plus de détails sur la construction des wagons-écuries les trouveront dans un article inséré dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*, par M. de Bonnefoy, ingénieur directeur de la carrosserie du chemin de fer d'Orléans.

Wagons à bagages. — Les wagons à bagages (fig. 424) sont

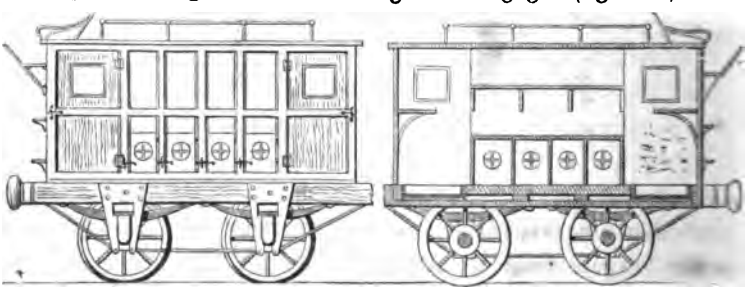


Fig. 424. — Anciens wagons à bagages.

couverts et fermés de tous côtés ; leurs portes s'ouvrent en roulant

horizontalement sur une tringle de fer plat et sont guidées à leur partie supérieure par une seconde tringle.

Quand ils sont destinés aux trains de voyageurs, ils ont l'appareil complet de choc et de traction; pour les trains de marchandises, on supprime quelquefois les ressorts de choc.

A l'intérieur, on dispose des tablettes et une petite armoire pour les objets précieux. Sous les tablettes, on place des cages pour les chiens; ces cages sont munies de portes en tôle qui s'ouvrent à l'extérieur.

Les wagons à bagages sont toujours munis de freins.

Wagons pour le transport des grandes pièces de bois. — On se sert sur plusieurs chemins de fer, pour le transport des bois de grandes dimensions, de wagons plates-formes (fig. 425) montés sur huit roues. Les deux trains se meuvent indépendamment l'un de l'autre, de manière à permettre le passage dans les courbes et l'entrée dans les gares au moyen de plaques tournantes. D'autres fois les pièces de bois reposent sur deux trains à plate-forme séparés.

Wagons de la poste. — Les wagons de la poste pour le transport des dépêches sont des espèces de bureaux ambulants chauffés et éclairés dans lesquels s'opère le triage des lettres.

Wagons à voyageurs. — Voitures françaises. — Les caisses des voitures sur les chemins français pour les voyageurs diffèrent peu de celles des anciennes diligences, mais sont beaucoup plus spacieuses.

Les voitures de 1re classe se composent de trois ou quatre caisses de berline ordinaire (fig. 426, 427 et 428) ou de deux ou trois caisses de berline et d'une ou deux caisses de coupé (fig. 429).

Les voitures de 2e classe (fig. 429) offrent l'assemblage de quatre ou cinq caisses de voitures ordinaires dont les parois seraient plates au lieu d'être bombées.

Les voitures de 3e classe étaient anciennement découvertes; maintenant on les couvre sur toutes les grandes lignes.

Voitures mixtes. — On établit souvent sur les chemins de fer des voitures composées d'un compartiment de voiture de 1re classe compris entre deux compartiments de 2e classe, ou de deux coupés

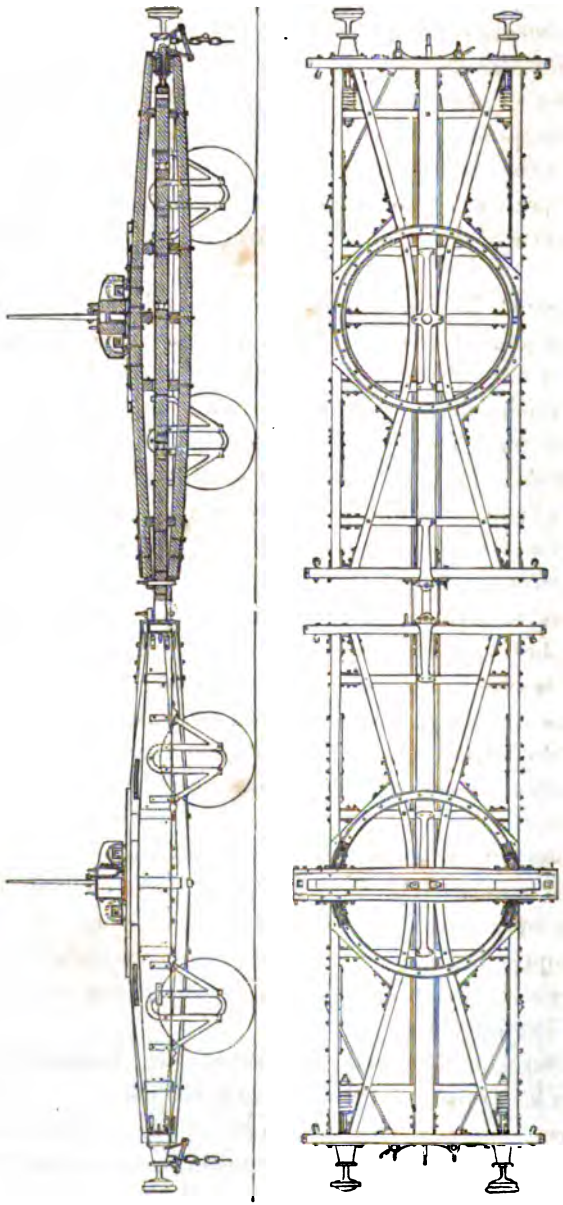


Fig. 425. — Wagons pour le transport des grandes pièces de bois.

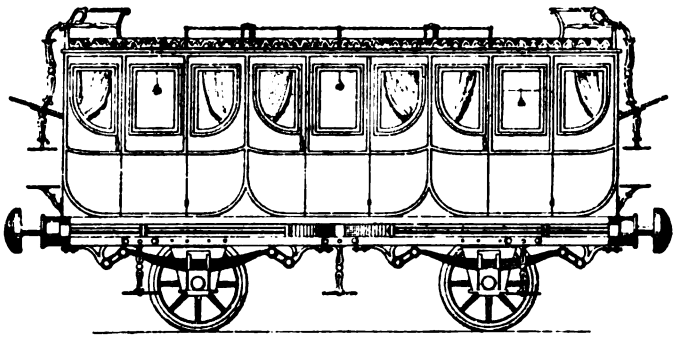


Fig. 426. — Voiture de 1re classe.

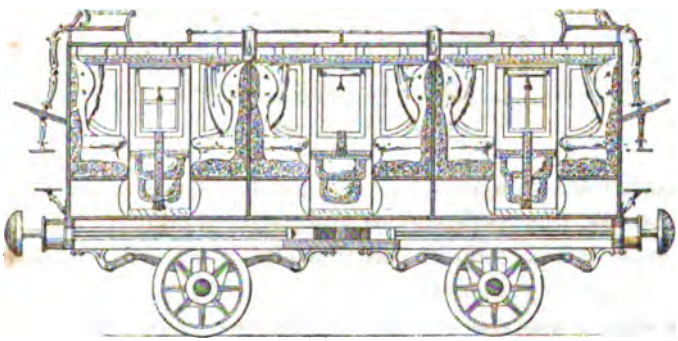


Fig. 427. — Coupe d'une voiture de 1re classe.

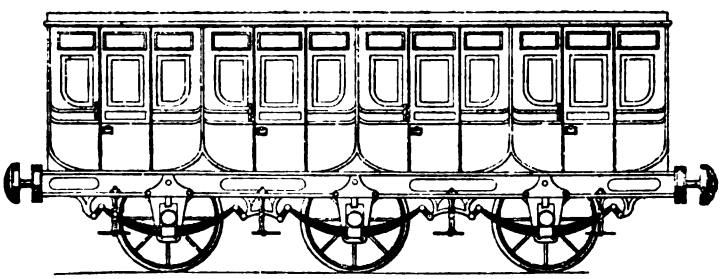


Fig. 428. — Voiture de 1re classe à quatre compartiments.

avec deux compartiments de 2e classe. Ces voitures sont avantageuses, parce que, unies dans un train aux voitures des différentes classes, elles permettent de proportionner aussi bien que possible le nombre des places offertes de différentes classes aux besoins du service.

Aux chemins de l'Est, on emploie des voitures de 1re classe composées de deux ou trois caisses ordinaires et d'une caisse de coupé seulement; cette dernière caisse est très-longue et peut au besoin

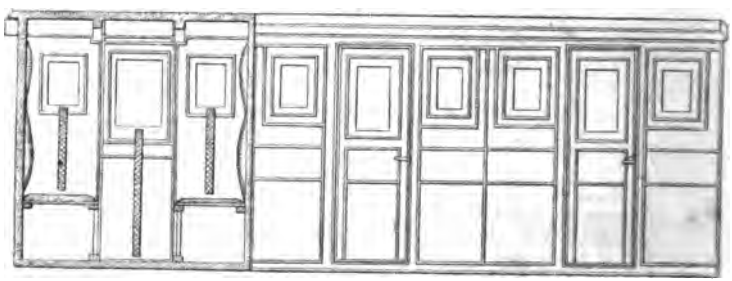


Fig. 429. — Voiture de 2e classe.

permettre aux voyageurs de se coucher. La caisse de coupé ne contenant que trois voyageurs et remplaçant cependant une caisse ordinaire qui en contient huit, l'emploi de ces voitures est très-onéreux pour l'exploitation.

Voiture à impériale. — Sur les chemins de banlieue, tels que ceux d'Auteuil, Saint-Germain, Versailles et Vincennes (fig. 430 et 431), on emploie des voitures avec siéges sur l'impériale. On accède à ces siéges par de petits escaliers placés à l'extrémité du wagon. Ce genre de véhicules, qui ne conviendraient pas à des lignes de long parcours, rend au contraire de grands services sur les chemins des environs de Paris.

Nombre de voyageurs par voiture. — Le nombre de voyageurs portés par un wagon est très-variable.

Dans les voitures de 1re classe des chemins anglais et allemands on ne place pas au delà de six voyageurs par caisse. En France, on en place huit. Aux chemins de Versailles, de Saint-Germain, d'Auteuil et de Vincennes, on place en outre quatre voyageurs par banquette d'impériale.

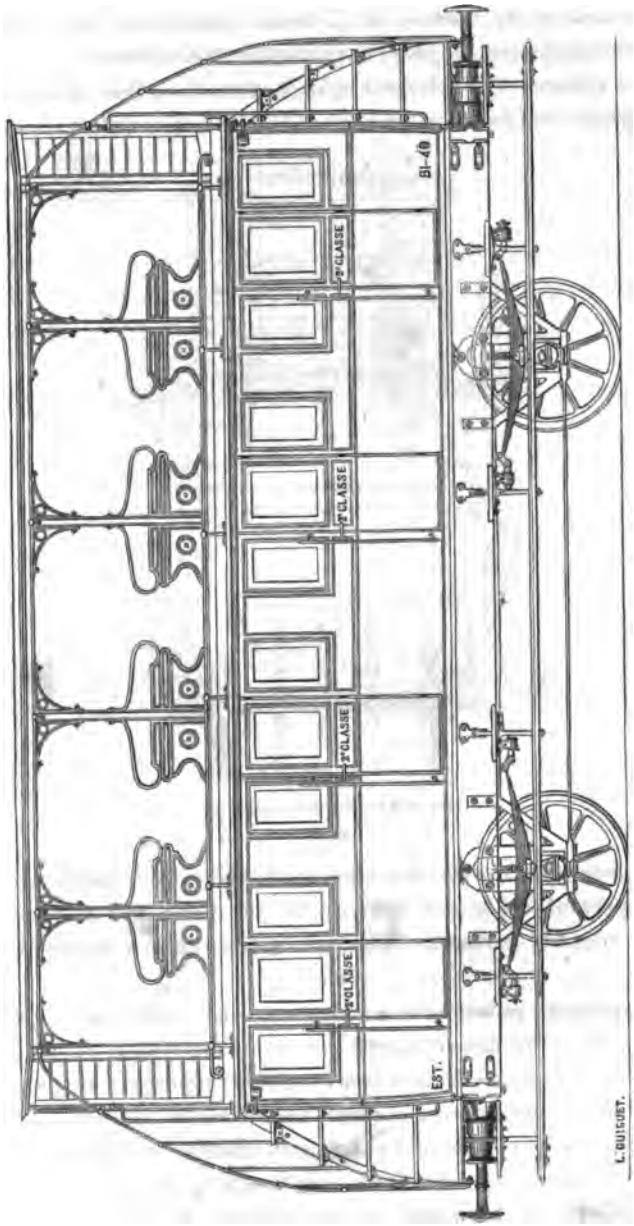


Fig. 450. — Voiture à impériale.

Les caisses de voitures de 2e classe contiennent dix voyageurs par compartiment, et jusqu'à quarante extérieurement.

Les voitures de 3e classe à quatre roues reçoivent quarante ou cinquante voyageurs intérieurement.

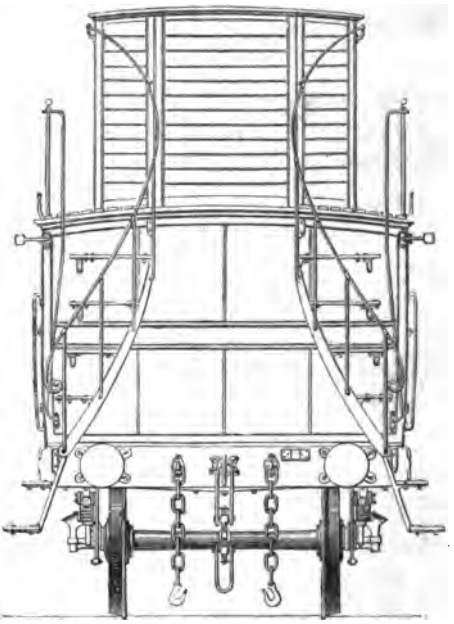


Fig. 431. — Voiture à impériale.

Il existe aussi sur certains chemins anglais et allemands des wagons portant un grand nombre de voyageurs qui restent debout; nous en parlerons plus loin, ainsi que des wagons à huit roues.

Rapport du poids utile au poids mort. — Si l'on compare le poids utile (celui des voyageurs ou marchandises) au poids mort (celui de la voiture vide), on trouve que le rapport est moins grand que pour les voitures qui circulent sur les routes ordinaires.

Ainsi, dans les anciennes voitures du chemin de Versailles (rive gauche), où ce rapport était très-favorable à cause des voyageurs placés sur l'impériale et de l'exiguité des caisses, il n'était

que de 0,70, tandis que, pour les anciennes diligences circulant sur les routes ordinaires, le poids de la charge utile était à celui de la voiture vide comme 5 est à 4, soit 1,20.

Il serait très-avantageux, surtout pour les lignes à fortes pentes, de réduire le poids du véhicule sans en diminuer la capacité ; mais cela est difficile, parce que le châssis doit présenter une grande solidité.

Il arrive même que sur les grandes lignes, bien loin de diminuer le poids des voitures, on l'a très-sensiblement augmenté. Ainsi les anciennes voitures de 1re classe à quatre roues et trois caisses du chemin d'Orléans ne pesaient que 3,343 kilogrammes ; celles du chemin du Nord (fig. 432) pèsent 5,240 kilogrammes ; celles de Paris à Strasbourg, 5,200 kilogrammes.

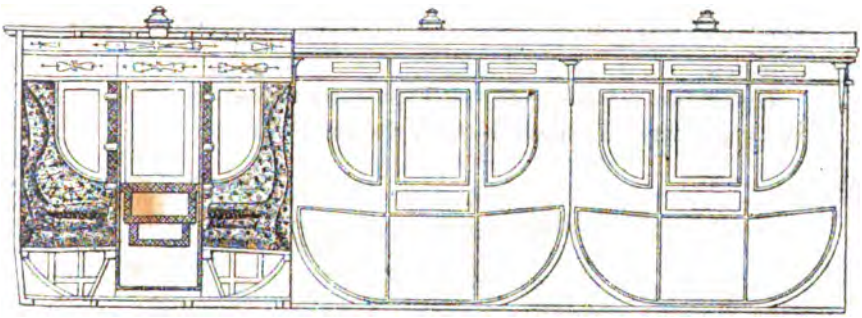


Fig. 432. — Élévation et coupe d'une voiture de 1re classe.

Cet accroissement de poids tient aux exigences toujours croissantes des voyageurs et à la nécessité qui s'est fait sentir d'augmenter la solidité des voitures afin qu'elles résistassent mieux aux chocs.

Depuis quelques années on a allongé les caisses des voitures de 1re, 2e et de 3e classe de manière à porter de trois à quatre et même à cinq pour les dernières le nombre des compartiments.

Il semblerait que l'on dût ainsi obtenir dans le rapport du poids mort au poids utile, une réduction aussi grande que celle obtenue en augmentant la capacité des wagons à marchandises ; mais, bien que l'on n'augmente pas le nombre des roues, on se trouve forcé d'accroître les dimensions des différentes parties de la

voiture, de telle façon que le rapport du poids mort au poids utile ne diminue pas dans les voitures de toutes classes autant qu'on serait tenté de le supposer. Ainsi, au chemin de Strasbourg, ce rapport qui était dans les anciennes voitures de 2e classe[1] de $\frac{4900}{2250} = 2,18$ est dans les nouvelles de $\frac{5900}{3000} = 1,97$, et dans les anciennes voitures de 3e classe de $\frac{5100}{3000} = 1,70$ est dans les nouvelles de $\frac{5600}{3750} = 1,50$.

Un autre avantage de l'augmentation de longueur des voitures à voyageurs réside dans la diminution du prix. En effet, les anciens wagons à voyageurs de 2e classe contenaient 30 voyageurs, et coûtaient 6,300 fr., soit 210 fr. par voyageur, tandis que les nouveaux contenant 40 voyageurs coûtent 7,000 fr., soit 175 fr. par voyageur; les anciens wagons de 3e classe contenaient 40 voyageurs et coûtaient 5,000 fr., soit 125 fr. par voyageur, tandis que les nouveaux contenant 50 voyageurs coûtent 5,300 fr., soit 106 fr. par voyageur.

Les chiffres suivants résument les prix et les poids des voitures à voyageurs des différentes classes du chemin de l'Est[2].

			Poids par voyageur.	Prix par voyageur.
1re classe à	24	places.	233	383
2e —	30	—	165	210
2e —	40	—	147	175
3e —	40	sans frein.	127	125
3e —	50	—	112	106
1re impériales	70	—	111	150
2e —	78	—	94	92

Écartement des essieux. — L'écartement des essieux est plus grand dans les nouveaux que dans les anciens wagons. Ainsi cet écartement était, dans les anciens wagons de 2e classe, de $2^m,49$; il est, dans les nouveaux, de $3^m,60$. Il était, dans les anciens wagons de 3e classe, de $2^m,65$; on l'a porté, dans les nouveaux, à $3^m,60$. Sur les chemins prussiens, il a même été porté à 5 mètres.

[1] On ne possède pas encore sur ce chemin de voitures de 1re classe à 4 compartiments.

[2] Les chiffres diffèrent un peu de ceux indiqués dans la 2e édition parce qu'ils s'appliquent à des wagons dont on a modifié la construction et qui ont été établis à des époques différentes.

Caisses. — Les voitures de 1re classe doivent être aussi confortables que possible, sans toutefois être assez lourdes pour que l'usage en devienne onéreux pour l'exploitation.

On considère les voitures du chemin de fer du Nord comme remplissant cette double condition. Sur quelques nouvelles lignes cependant on leur a substitué le modèle anglais, qui en diffère essentiellement en ce que les caisses, un peu moins grandes, ne contiennent que six voyageurs au lieu de huit. C'est un accroissement de dépenses qui ne nous paraît pas suffisamment motivé, si ce n'est sur les lignes dont la faible entre-voie ne permet pas de donner aux caisses la largeur nécessaire.

Les voitures de 2e classe, sans être aussi commodes que celles de 1re classe, doivent l'être plus que celles de 3e. Il est assez difficile d'établir entre les voitures des différentes classes une juste proportion entre le *confortable* et le prix des places, de manière que la réduction des prix n'induise pas les voyageurs qui sembleraient devoir naturellement choisir les voitures de 1re classe à préférer la 2e, ou ceux qui appartiennent à la 2e classe à se contenter de la 3e.

Les caisses des voitures de 2e classe sur différents chemins de fer en exploitation sont à peu près semblables. Elles ne diffèrent des caisses des voitures de 1re classe qu'en ce qu'elles sont moins bien garnies et moins longues. Elles contiennent deux voyageurs de plus par compartiment et sont, comme ces dernières, fermées avec des glaces mobiles.

Les modèles des voitures de 3e classe présentent plus de variétés.

Sur le chemin du Nord les voyageurs de 3e classe étaient anciennement renfermés dans une caisse unique qui avait toute la longueur de la voiture. On y entrait par deux portières placées de chaque côté aux extrémités de la caisse ; les banquettes y étaient disposées en long, comme dans les omnibus. Deux banquettes s'appuyaient contre les parois latérales. Deux autres étaient établies au milieu de la caisse. Cette disposition a été appliquée de nouveau pour les voitures de 3e classe de la grande Société des chemins de fer russes.

Il y a de grands inconvénients à adopter ce type, surtout avec

des wagons dont la longueur est considérable. La caisse n'ayant pas de compartiments n'est pas contreventée dans sa longueur et doit se détériorer plus rapidement que les wagons avec des cloisons transversales. Le service aux stations avec un aussi petit nombre de portières ne se fait pas avec toute la rapidité désirable, et les voyageurs éprouvent trop de difficultés à sortir des wagons en cas d'accident. Il vaut mieux diviser la caisse en quatre compartiments et ouvrir de chaque côté autant de portes qu'il y a de compartiments. Les banquettes sont alors placées en travers. C'est la disposition que l'on adopte pour tous les nouveaux wagons.

Les wagons de 3e classe ne sont jamais garnis.

Sur les chemins de Rouen, d'Orléans et d'Alsace, ils étaient primitivement découverts. Aujourd'hui les cahiers de charges obligent les Compagnies à les couvrir et même à les fermer latéralement avec des glaces mobiles.

Ces ouvertures ne doivent être ni très-grandes ni très-petites : si elles sont très-grandes, les voitures de 3e classe se trouvent être en été plus agréables que celles de 1re ; si elles sont trop petites, les voitures deviennent malsaines.

Les compartiments ne sont pas séparés par des parois pleines dans toute la hauteur, comme dans les voitures de 1re et de 2e classe, mais par de simples dossiers qui ne dépassent pas le milieu de la hauteur de la caisse. Ces derniers doivent être solidement établis, afin de relier et de soutenir les parois latérales.

On établit avec avantage dans le haut des parois latérales, au-dessous de l'impériale, de petites ouvertures rectangulaires avec des persiennes pour laisser entrer le jour et circuler l'air quand les rideaux sont tirés.

Anciennement on plaçait dans les voitures de 1re classe des patères en bois ou en métal pour y suspendre les chapeaux. Aujourd'hui on les remplace avec avantage par des filets.

Dans les voitures de 1re classe du Nord et de plusieurs autres chemins, les plafonds sont en bois de citronnier. Aux chemins de l'Est, ils sont simplement en drap, ce qui est plus économique. En Allemagne et en Espagne, on emploie pour la confection de ces plafonds des toiles cirées.

On emploie sur les chemins de l'Est et au chemin de Cologne à Minden des coussins élastiques dont on est satisfait. Au chemin du Nord, les parcloses supportant les coussins sont placés sur des ressorts formés d'une lame en acier fixée aux banquettes par son milieu, ses deux extrémités relevées vers le haut.

Voitures anglaises. — Les voitures de première classe, en Angleterre, sont à peu près semblables à celles de première classe de nos chemins français. Le plus souvent les voyageurs y sont placés dans des stalles de façon qu'on n'en peut loger que six par compartiment, soit trois par banquette.

Les voitures de deuxième et de troisième classe sont incontestablement moins confortables que leurs similaires françaises, les secondes n'ayant presque jamais de dossiers rembourrés, mais tout au plus, et sur quelques chemins seulement, une petite bande de drap ou de crin à la hauteur des reins. Les premières sont rarement chauffées, les secondes et les troisièmes ne le sont jamais. Il n'y a de rideaux ni aux voitures de deuxième classe ni à celles de troisième.

Le plus grand nombre des voitures de troisième classe sont à un seul compartiment; quelques-unes cependant sont divisées, et dans le cas où il s'en trouve dans un train, un compartiment est réservé pour les dames.

Ce que nous venons de dire s'applique au matériel roulant que l'on trouvait il y a quelques années, en Angleterre, sur toutes les lignes de chemin de fer en exploitation. M. Sturrock a établi tout récemment, pour le service des voyageurs sur une des plus grandes lignes de la Grande-Bretagne, un matériel perfectionné dont nous reproduisons les dispositions générales (fig. 433, 434 et 435).

Les voitures de seconde et de troisième classe de ce matériel ont une grande analogie avec les nôtres. Dans celles de troisième classe, on a remplacé les panneaux en tole par des glaces fixes. — La hauteur des caisses dans les voitures de toute classe est plus grande que dans les voitures françaises.

Les règlements continuent à interdire formellement de fumer dans toutes les voitures anglaises; sur quelques chemins seulement, ceux de *South-Eastern* (Londres et Douvres) et de *Brighton*,

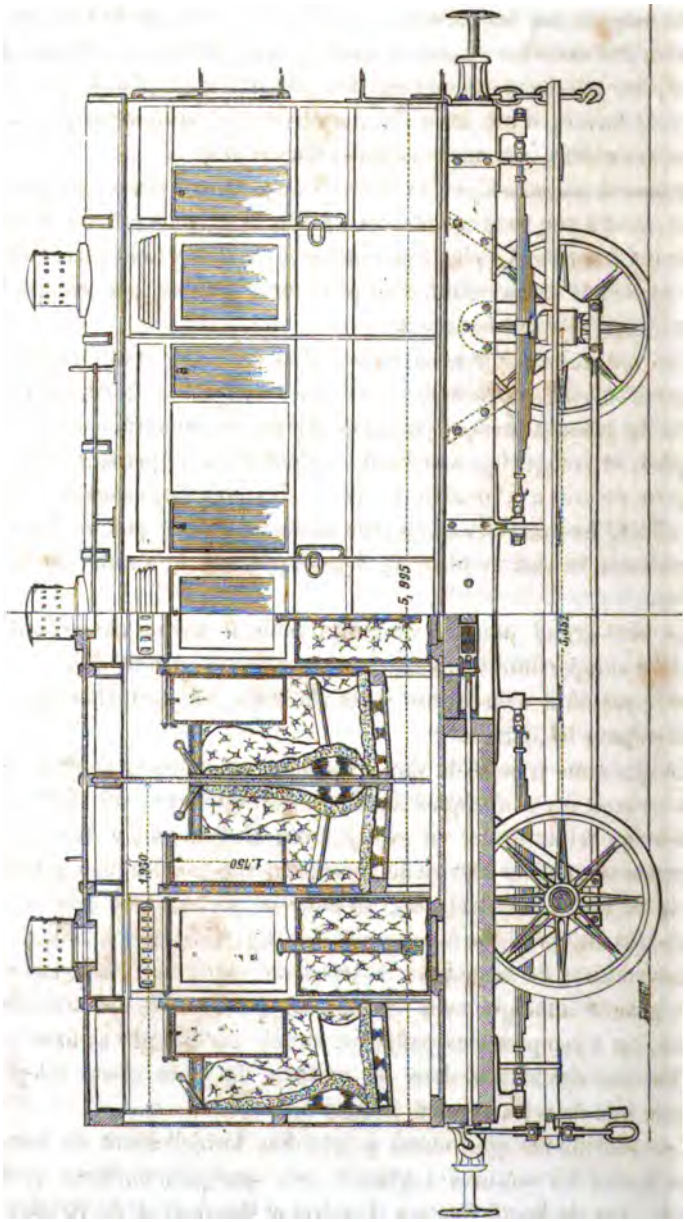


Fig. 453. — Voiture anglaise de 1re classe.

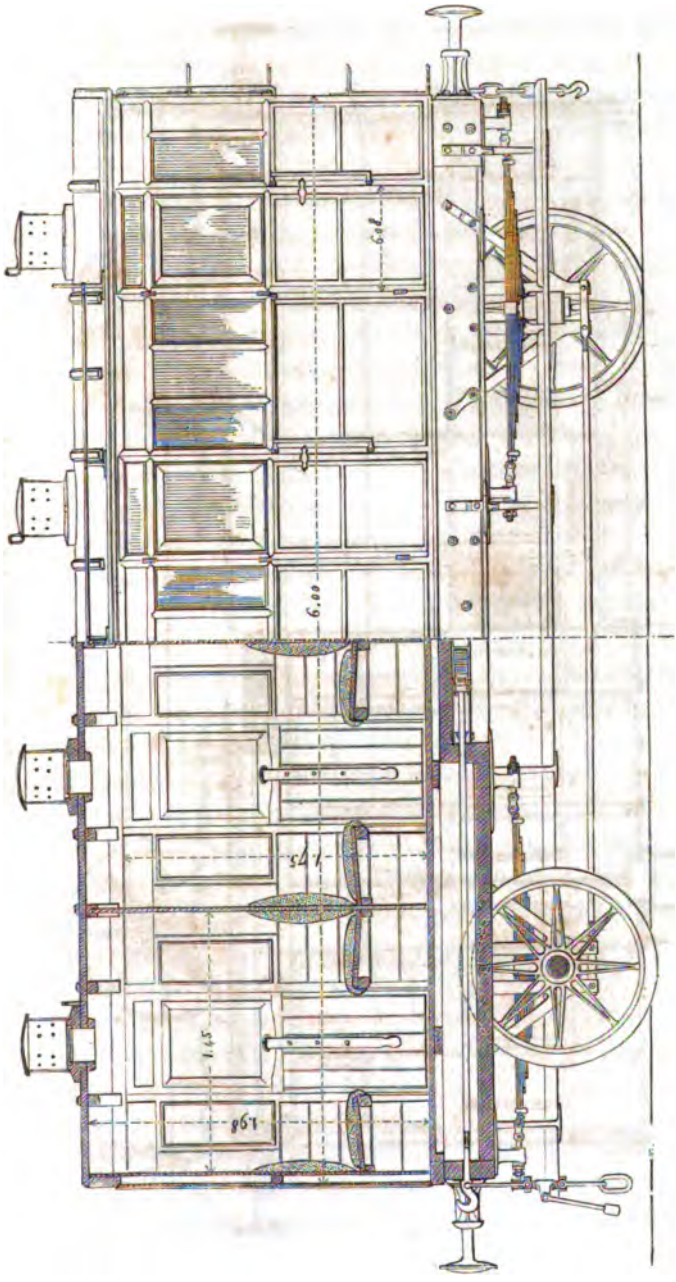


Fig. 434. — Voiture anglaise de 2e classe.

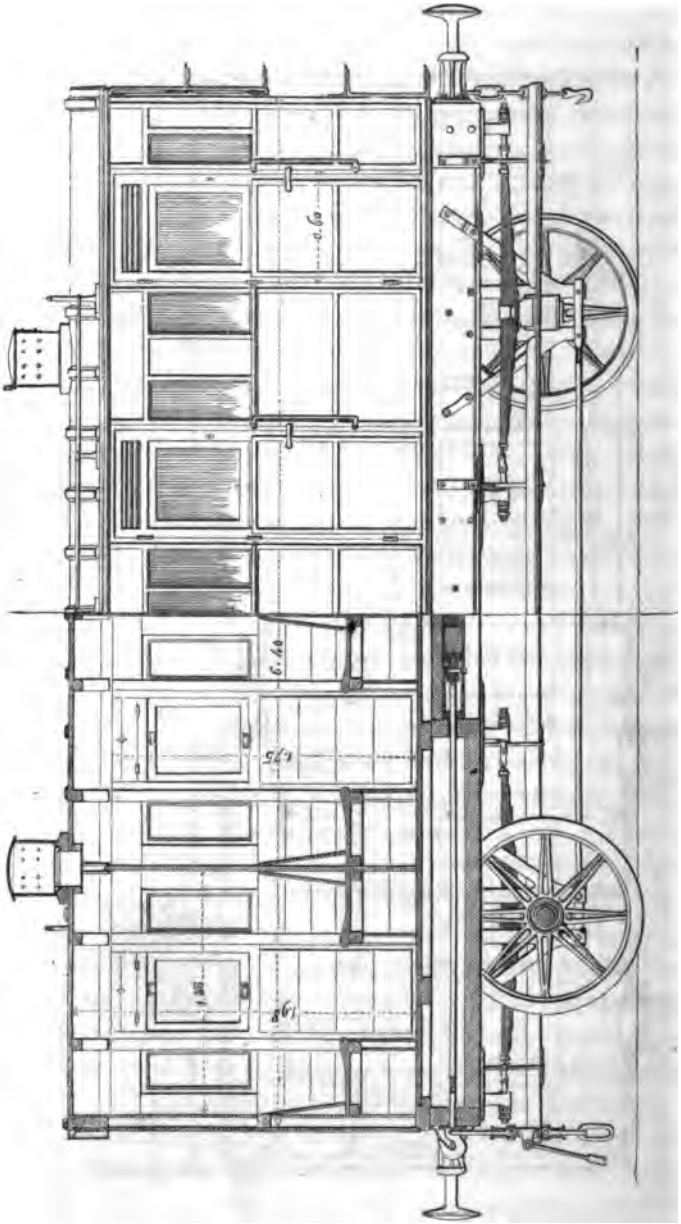


Fig. 433. — Voiture anglaise de 3e classe.

on tolère plus ou moins les fumeurs, mais on ne leur donne pas de compartiment réservé.

Voitures allemandes. — Les voitures employées en Allemagne pour le transport des voyageurs sont à quatre, à six ou à huit roues.

Toutes les voitures de première et de deuxième classe, et souvent celles de troisième sont pourvues de rideaux.

Les premières classes sont chauffées en hiver. Le chemin de Basse-Silésie emploie à cet effet des cylindres en fonte remplis de sable chauffé au rouge sombre, que l'on introduit de l'extérieur dans une boîte en tôle établie sous les siéges des voyageurs. On arrive ainsi à élever la température à 12-14 degrés au-dessus de l'air ambiant. Sur les autres lignes, on emploie des boules à eau chaude que l'on change après 70 à 100 kilomètres de parcours.

Dans les pays de Bade, en Bavière et en Autriche, on chauffe également les secondes classes dans les grands froids.

En Wurtemberg, les premières et secondes classes des voitures à huit roues sont chauffées à l'aide de poêles disposés au milieu du wagon.

Les voitures des première et deuxième classes des wagons quatre ou à six roues sont toutes divisées en compartiments. Celles de troisième classe seules n'en contiennent pas.

Les voitures à quatre roues sont employées dans le pays de Bade, en Bavière et en Autriche, où elles sont appelées à remplacer, à mesure des mises hors d'emploi, l'ancien matériel à six et à huit roues.

Les voitures à six roues sont au contraire adoptées dans le nord de l'Allemagne, où elles sont regardées comme plus douces par les voyageurs, en raison de leur plus grand poids et comme présentant plus de sécurité en cas de rupture des essieux. Ce dernier argument nous paraît de peu de valeur, aujourd'hui que l'on a coutume de serrer les chaînes d'attelage de manière à faire appuyer fortement les uns sur les autres les tampons de deux voitures contiguës dans les trains de voyageurs.

Les wagons à six roues sont moins sujets aux oscillations latérales et verticales que ceux à quatre, mais ils passent plus difficilement dans les courbes. En amincissant ou en supprimant même les

boudins des roues du milieu, et en donnant aux boîtes à graisse du jeu dans les plaques, on rend leur passage dans les courbes assez facile.

Les voitures à six roues ont, d'un autre côté, l'inconvénient de se prêter moins bien aux exigences du service et de nécessiter des plaques tournantes d'un plus grand diamètre.

Le matériel à huit roues suivant le système américain, qui était autrefois employé sur le Sud-Autrichien de l'État et sur le chemin de Basse-Silésie et Marche, y est successivement remplacé et n'est plus conservé comme type normal que sur le réseau du Wurtemberg.

Sous le rapport des poids morts et du nombre de places par essieu, le matériel à huit roues peut soutenir la comparaison avec les voitures allemandes à six et à quatre roues ; car le poids mort par place de voyageur n'est que de 207 kilogrammes, alors qu'il est :

Pour les voitures à six roues de la ligne de Berlin, Potsdam, Magdebourg, de 219 kilog. ; et pour les voitures à quatre roues de l'Est Autrichien, de 236.

Le nombre de places par essieu, qui est de 16, rentre également dans la moyenne ordinaire, le nombre de places variant de 12,5 (Bavière) à 19,7 (Cologne-Minden) pour un essieu ; mais le travail utile de ces voitures est inférieur à celui des voitures à quatre et à six roues, en raison de la difficulté de remplir les compartiments contenant de quarante-huit à quatre-vingts places.

Aussi le Wurtemberg présente-t-il la moindre proportion de places occupées sur les places offertes 0,16, tandis que cette proportion s'élève, pour plusieurs chemins où l'on emploie le matériel à quatre ou à six roues, à 0,59 ou 49. L'expérience a d'ailleurs appris sur le *Sud-Autrichien* et sur l'*Autrichien de l'État*, qui ont des courbes de 188 et 284 mètres de rayon, que les voitures à quatre roues, à essieux rigides, offraient les mêmes garanties de sécurité que les voitures articulées à huit roues.

Il y a, en général, trois classes de voyageurs. Sur les chemins de fer *Guillaume-Silésien*, *Haute-Silésie*, *Basse-Silésie* et *Marche*. *Est-Prussien*, *Cologne-Minden* et *Rhenan*, on a introduit avec

avantage une quatrième classe pour les voyageurs qui se rendent sur les marchés, ou qui, jusqu'ici, ne profitaient pas des voies ferrées. Le tarif de cette classe est de 2c,5 par kilomètre, tandis qu'il est de 3c,8 pour les troisièmes classes, et chaque voyageur peut porter avec lui quarante kilogrammes de bagages, hottes, paniers. Les voyageurs sont placés debout dans des voitures couvertes, soit par compartiments de vingt à vingt-cinq places, soit par demi-wagons ayant trente-cinq à quarante places l'un.

La section des voitures de première, deuxième et troisième classe est de 2 mètres 62 de largeur sur 1 m. 93 de hauteur. Le nombre des places par banquette est de :

3 pour la première classe ;

4 pour la deuxième classe.

8 pour la troisième.

Voitures américaines. — Les voitures de voyageurs des chemins américains (dites *cars*) ne sont que d'une seule classe. Les gens de couleur ne sont placés que dans les wagons à bagages. Les voitures sont d'une grande longueur ; elles reposent sur deux trains de quatre roues chacun, et sont élargies au-dessus des roues. Dans la chambre, si on peut l'appeler ainsi, se trouvent ordinairement vingt-quatre petits bancs à deux places chacun, rangés de chaque côté du wagon de manière à laisser au milieu un espace vide assez large pour pouvoir circuler. Les bancs, en général recouverts en crin noir, sont à dossier mobile, pour que les voyageurs puissent à leur gré se placer dans le sens où l'on chemine ou au rebours. Ces grandes voitures marchent dans les deux directions sans pouvoir jamais être retournées aux stations. Au milieu de la chambre est un poêle en fonte, en forme de petite colonne, toujours chauffé dans la mauvaise saison et autour duquel viennent se grouper les voyageurs. Aux extrémités de la voiture sont de petites plates-formes servant d'entrée et de sortie, abritées par un auvent et terminées par une barrière en fer. Pendant le trajet, les voyageurs y peuvent fumer, mais la place n'est pas assez large pour qu'on puisse s'y asseoir. Quand le convoi se compose de plusieurs voitures, on peut circuler de l'une à l'autre, en enjambant l'espace qui

sépare les plates-formes. Chaque train transporte avec lui un buffet ambulant pour l'usage des voyageurs. Les dames sur ces chemins, ont pour leur usage particulier, à l'extrémité des voitures qu'elles occupent, un cabinet avec ses accessoires.

D'autres voitures plus anciennes n'ont qu'une chambre où l'on est assis en carré, le dos appuyé contre les quatre parois. Tous les pieds se trouvent réunis dans le milieu et reposent sur un poêle chauffé en dessous, à l'une des extrémités. Ces voitures sont très-incommodes; on y souffre beaucoup de la chaleur.

Nous empruntons de nouveaux détails sur le matériel américain au rapport du capitaine Douglas Galton :

« Les caisses des voitures ont 9,12 et jusqu'à 18 mètres de longueur. Il faut, dans ce dernier cas, que les longerons portent sur une espèce de châssis rigide (fig. 436 et 437). Sur les chemins où la voie est de 1^{m},40 la largeur des caisses est de 2^{m},70, et sur le New-York et Erie-railway de 3^{m},00; la hauteur de 1^{m},80 à 2^{m},25.

« On peut passer d'un wagon sur un autre; quelquefois, cependant, la porte du wagon est fermée à clef.

« On se sert d'une espèce de wagon spécial pour les émigrants.

« Il existe une chambre spéciale pour les dames, avec tous les accessoires.

« Sur certains chemins où les voyages sont longs, tels que l'Illinois central, entre Cairo et Dubugne, il y a des compartiments à peu près de mêmes dimensions que les compartiments de nos voitures de 1re classe, dont les siéges sont séparés de façon que le dossier puisse se renverser; ces siéges se convertissent ainsi en véritables sofas, sur lesquels on peut se coucher. On paye un prix exceptionnel pour l'usage de ces sofas.

« La poussière occasionnée par la nature friable de la chaussée est fort désagréable quand on voyage en été.

« On a essayé différents moyens de s'en préserver.

« Sur quelques chemins des fenêtres s'ouvrent obliquement, de manière à rejeter la poussière.

« Sur le Michigan-central-railway, un écran de toile est placé sous la poutre inférieure du châssis et descend en dehors des roues jusqu'à une distance de 5 centimètres environ du rail. Cet écran se

termine par un châssis derrière le wagon, châssis qui vient s'appuyer contre un châssis semblable que porte le wagon suivant, en sorte qu'on a formé ainsi, d'une extrémité à l'autre du train, une espèce de tunnel dans lequel la poussière est contenue, puisqu'elle ne peut s'échapper par les extrémités. Ce moyen est assez efficace, mais on prétend que les essieux dans les wagons munis de cet appareil chauffent beaucoup.

« Sur le New-York et Erie-railway, on emploie le procédé suivant pour ventiler le wagon et le préserver de la poussière :

« Un tuyau débouche en haut du wagon du côté vers lequel marche le convoi ; le courant d'air passant dans ce tuyau vient se purifier dans un réservoir d'eau placé sous la caisse. Une pompe mise en mouvement par les essieux chasse l'eau en filets minces dans ce réservoir. L'air est ainsi dépouillé de poussière.

« En hiver, l'eau est chauffée par un poêle ; l'air passe alors par des conduits en dessous du wagon et pénètre dans la caisse. Les fenêtres doivent être fermées hermétiquement. Cet appareil (fig. 436) fonctionne bien et pourrait s'appliquer avec avantage à nos wagons européens.

« Les différents wagons d'un même train sont réunis les uns aux autres par des barres rigides.

« Les Américains, en étudiant leur matériel roulant, paraissent s'être appliqués à reproduire dans la disposition de leurs voitures celle d'un navire.

« *Le principal avantage des wagons américains est de porter un nombre considérable de voyageurs eu égard au poids mort des véhicules.*

« Sur le Baltimore et Ohio-railway, les courbes étant de très-petit rayon, les voitures n'ont que 12 mètres de longueur ; elles contiennent 60 personnes et ne pèsent que 7 tonnes. Sur les chemins anglais, il faudrait, pour porter le même nombre de voyageurs, un wagon pesant 10 tonnes au moins.

« Le wagon du chemin New-York et Erie, dont nous donnons le dessin, a 18 mètres de long et contient 80 personnes. »

Si nous comparons le poids mort au poids utile dans nos wagons français, nous trouvons que ce rapport est plus faible pour les voi-

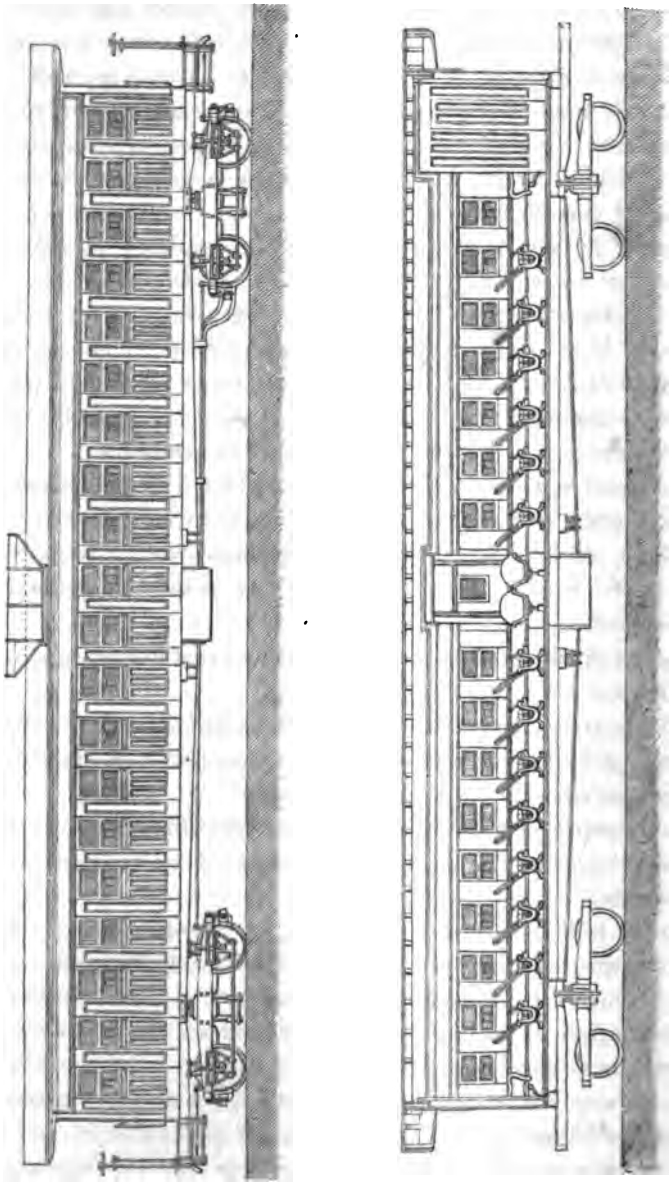


Fig. 436. — Élévation et coupe longitudinale d'un wagon américain.

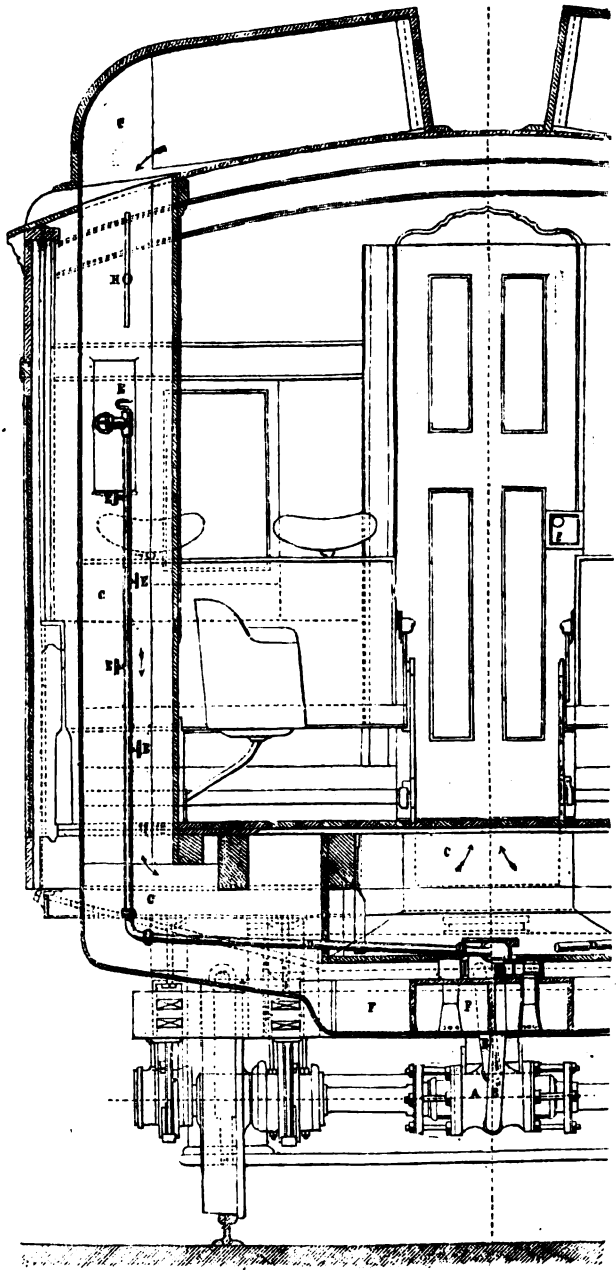


Fig. 457. — Coupe en travers d'un wagon américain.

tures de voyageurs à impériales que pour les wagons à voyageurs des chemins américains, et le même pour les wagons de 3e classe sans impériales.

Le matériel anglais, qui a servi de point de comparaison au capitaine Douglas Galton, serait donc plus lourd que le matériel français, et l'avantage qu'il attribue au matériel américain serait contestable.

C'est le châssis de la caisse qui, dans ces wagons, comme dans ceux du système belge, porte l'appareil d'attelage.

Les wagons à huit roues ont un mouvement de balancement désagréable pour les voyageurs entre les deux points sur lesquels reposent les caisses. Ils se prêtent moins bien aux exigences du service que ceux à quatre ou à six roues, et ne peuvent pas marcher dans de bonnes conditions à de grandes vitesses. Les portières étant au nombre de deux seulement, il en résulte une grande lenteur dans la sortie et l'entrée des voyageurs aux stations, ce qui est un inconvénient, surtout sur les chemins où la circulation est très-active. Enfin le service sur les plaques présente de grandes difficultés.

Voiture mixte belge. — La maison Pauwels a envoyé à l'exposition de Londres un wagon mixte contenant bagages et voyageurs en même temps.

Cette voiture comprenant dans un même véhicule des compartiments de toute classe et même un compartiment avec vigie pour garde-frein, est surtout avantageuse sur des embranchements de peu d'étendue et d'un trafic restreint.

Pesant 197 kilogrammes et coûtant 230 francs par voyageur, elle peut sembler assez lourde et coûteuse relativement aux voitures de l'Est français, mais il ne faut pas oublier qu'elle contient un compartiment à bagages dont les voitures de l'Est ne sont pas pourvues.

Dans cette voiture, un double plafond règne sur toute la longueur du wagon, la ventilation s'opère d'une part au moyen des ouvertures pratiquées dans le plafond intérieur, et de l'autre par des jours ménagées sur les quatre faces verticales du wagon. De cette disposition, il résulte que la direction n'a aucune influence sur la

distribution de l'air, et que la pluie, le vent ou la neige n'incommodent pas les voyageurs. La ventilation des wagons est surtout nécessaire dans des pays chauds comme l'Égypte ou l'Espagne. Nous voudrions toutefois que l'on adoptât des dispositions analogues à celles que nous avons décrites, pour l'aération des wagons, même sur nos chemins de fer français.

Voitures pour les fumeurs. — On a fait des voitures exclusivement destinées aux fumeurs ; mais, comme un grand nombre de voyageurs, contrairement aux ordonnances de police, fument dans toutes les voitures, et qu'avec le système de voitures adopté en France il est à peu près impossible de les en empêcher pendant le trajet, entre deux stations, l'emploi de ces voitures nous paraît contestable.

En Allemagne il n'est défendu de fumer que dans une ou deux voitures de chaque train, qui sont désignées par un écriteau spécial. Ceci n'est pas général, — au contraire, sur quelques chemins il y a dans chaque train des compartiments spéciaux de fumeurs portant pour inscription *Rauch-coupé*.

Voitures de luxe. — On trouve encore dans le matériel de la plupart des Compagnies des voitures dites *de luxe*, composées d'un ou deux compartiments, garnis de meubles comme des salons et accompagnés quelquefois de terrasses pour les fumeurs et de *water-closets*.

Trains impériaux. — Les Compagnies d'Orléans et de l'Est ont offert à Sa Majesté l'Empereur des trains composés de voitures spéciales d'une grande richesse, contenant chambres à coucher et cabinets, salon, salle à manger et terrasse. Le dessin complet et la description de ces trains impériaux ont été publiés dans le *Nouveau Portefeuille de l'ingénieur*.

Nous rangerons dans la classe des voitures de luxe les voitures à salon dites break du chemin de l'Ouest (Suisse), la voiture à terrasse du chemin de Namur à Liége, envoyée à Londres par la grande compagnie du matériel, et la voiture prussienne qui a également figuré à l'exposition internationale. Ces dernières voitures, toutefois, font un service régulier.

Wagon break suisse. — Sur le chemin de l'Ouest suisse, on a

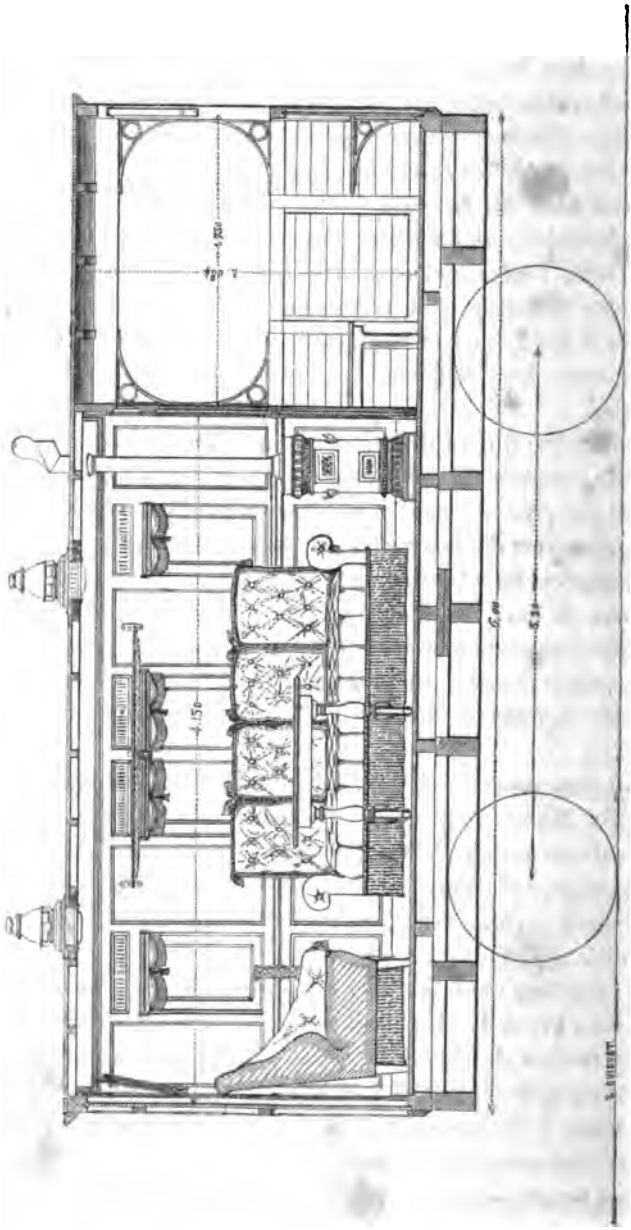


Fig. 438. — Wagon Break.

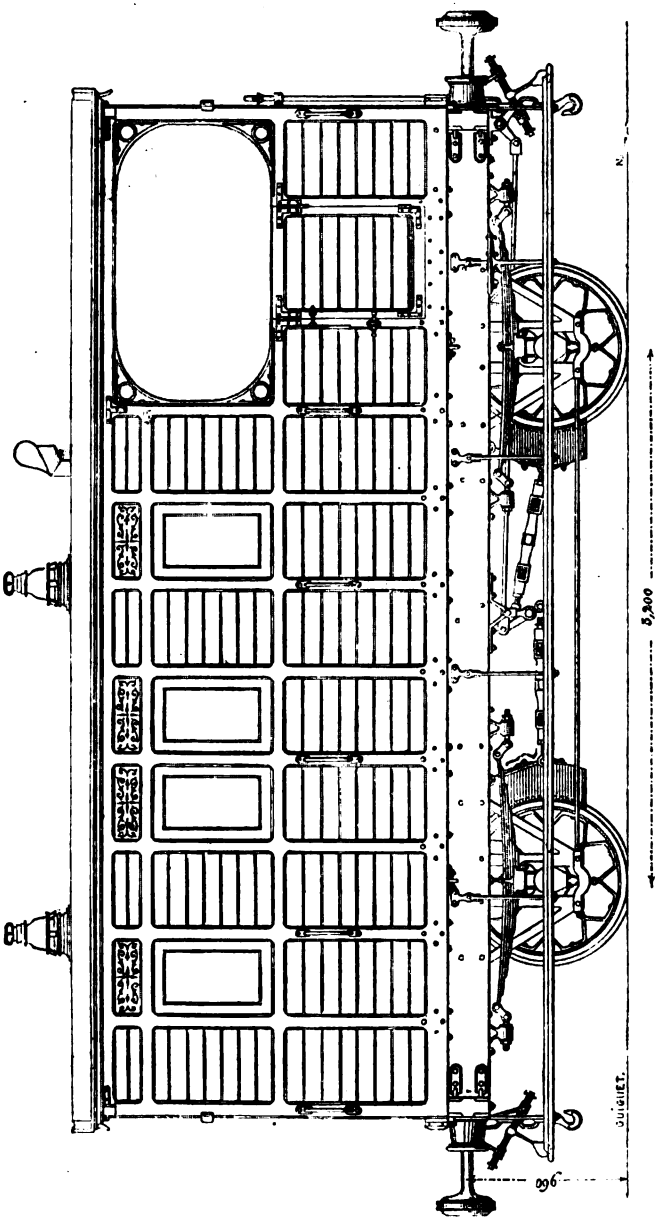


Fig. 439. — Wagon Break.

construit pour les familles qui désirent voyager seules, des voitures appelées BREAK (fig. 438 et 439), composées d'une terrasse couverte, avec bancs au pourtour, et d'un salon avec fauteuils, canapés, table et poêle pour le chauffage en hiver.

Voiture-salon belge. — La voiture-salon belge est composée de deux salons reliés par une plate-forme avec garde corps à colonnettes en fer forgé. — La longueur totale est de $9^{m}25$, la largeur a $2^{m}60$; le nombre des voyageurs pour les deux salons est de vingt-quatre, le poids du véhicule est de 10,000 kilogrammes ; le poids par places de voyageur, 416 kilogrammes, le prix de la voiture, 12,500 fr.; le prix par voyageur, de 520 fr. Cette voiture est montée sur trois paires de roues entièrement en fer forgé (système breveté). Les longerons en bois de chêne sont consolidés par une feuille de tôle de $0^{m},006$ d'épaisseur, ferrés sur chacune des faces extérieures. Les ressorts de suspension et de traction sont en acier fondu.

Nous avons remarqué dans cette voiture une disposition de glaces toute particulière, que nous n'avons rencontrée nulle part ailleurs. Les glaces du milieu des salons sont mobiles ; elles ne sont garnies d'aucun châssis ou encadrement ; des contre-poids les maintiennent à la hauteur désirée, et elles sont hermétiquement appuyées sur toute leur longueur contre la feuillure, par des tringles à ressorts qui empêchent toute espèce de vibration. Une pareille espèce de véhicule n'est pas économique. On l'emploie toutefois depuis douze ans avec succès sur le chemin de Namur à Liége, tracé dans une vallée pittoresque, pour le service habituel de l'exploitation.

Voiture prussienne. — Le châssis de la voiture prussienne est formé de deux longerons en fer double T ; les traverses de tête et intermédiaires sont en bois, ainsi que la croix de Saint-André. La tige de traction dans cette voiture règne sur toute la longueur, de manière que la traction n'agisse que sur cette tige, et que les traverses n'aient par conséquent à supporter l'effort que dans une seule voiture. Les tampons de choc sont à double effet. Les tiges agissent d'abord sur les extrémités des ressorts de traction, et quand ils arrivent à fond de course, le choc se trouve amorti par des rondelles en caoutchouc placées dans l'intérieur des faux tampons. Les

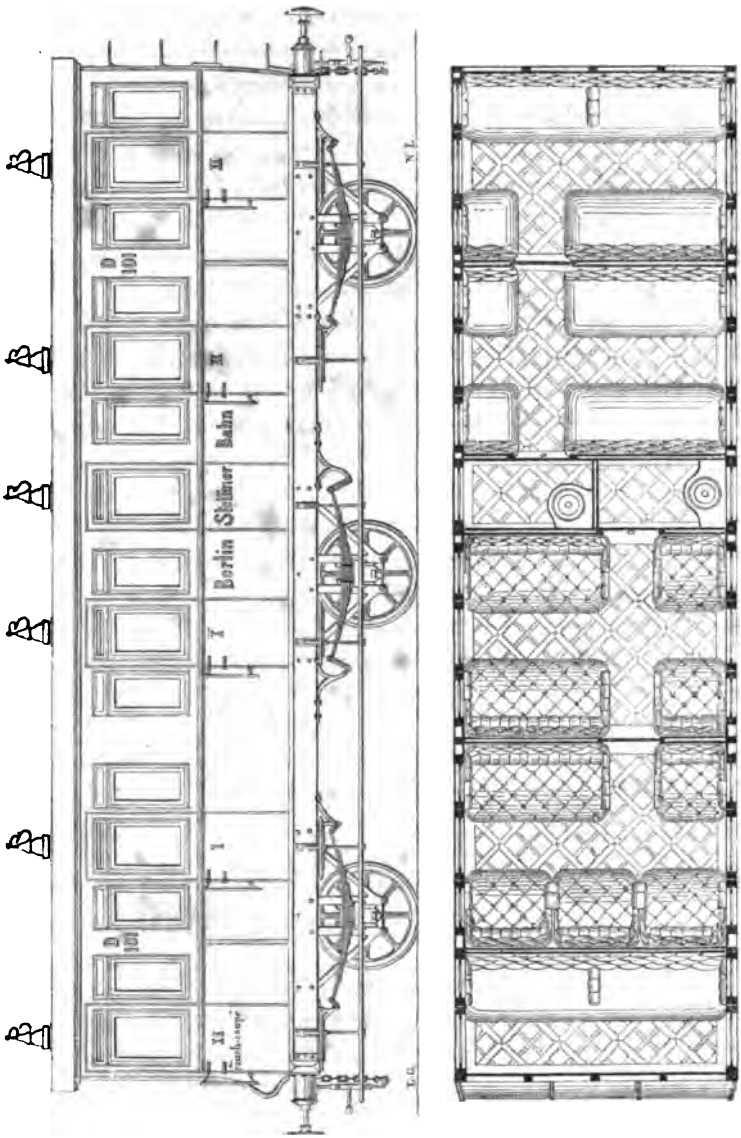


Fig. 440. — Wagon prussien.

essieux sont au nombre de trois, celui du milieu pourrait se déplacer d'une certaine quantité, au moyen de l'oscillation de longs maillons qui le réunissent aux mains de suspension.

Les compartiments sont disposés comme dans les voitures russes. Des portes ménagées dans les parois de séparation des caisses permettent de circuler dans toute la longueur du wagon. Des water-closets sont logés entre les compartiments du milieu. Les moulures d'ornementation de la caisse sont en fer laminé. Les plafonds sont en bois de pin, acajou et érable. La garniture est en reps bleu pour les premières classes, en drap gris pour les secondes. Les lampes sont garnis de deux bougies. Les portières ont trois serrures, soit 1° un pêne à ressort que l'on ferme en poussant la porte ; 2° un fermeture ordinaire à poignée ; 3° une serrure à clé. Le plancher de cette voiture est un parquet en chêne. La longueur, comprenant cinq caisses, est de $9^m,65$, la largeur, $2^m,60$ (fig. 440).

Dans celles de 3e classe, le châssis est le même que celui de la première. Cette voiture porte un frein agissant sur les deux paires de roues extrêmes. Ce frein est muni d'un mécanisme destiné à maintenir les sabots à une distance constante des bandages, quel que soit d'ailleurs leur état d'usure.

Voici quels sont les poids et les prix des voitures que nous venons de décrire :

	Poids par voyageur	Prix par voyageur
Prussienne mixte.	469	469
— 3e classe.	244	201

Les voitures prussiennes mixtes de 3e classe telles que nous venons de les décrire, sont donc relativement très-lourdes et très-coûteuses.

Si on les compare aux voitures françaises, pour lesquelles nous avons fourni les mêmes données, on trouve une grande différence de prix et de poids, elles ne sauraient donc convenir pour un service à grande vitesse, ou même pour un service à petite vitesse économique.

LES FREINS.

Un convoi marchant sur un chemin de fer, il y a nécessité de l'arrêter régulièrement devant certaines stations, ou accidentellement toutes les fois qu'on aperçoit le signal d'arrêt, ou qu'il se trouve sur la voie quelque obstacle imprévu.

On peut arrêter le convoi aux stations en ralentissant la machine à une certaine distance, de manière qu'elle cesse de marcher en arrivant à la station; mais on perd ainsi beaucoup de temps. C'est pour faciliter l'arrêt, en augmentant la résistance, qu'on emploie les freins.

Bien des personnes étrangères aux notions les plus élémentaires de la mécanique se figurent que le meilleur frein serait celui qui pourrait arrêter, au besoin, le convoi instantanément. C'est une grave erreur qu'il importe de détruire. Les freins ne doivent agir que graduellement, avec plus ou moins d'intensité, selon la force vive dont le convoi est animé.

Si le convoi était arrêté instantanément, il en résulterait un choc plus ou moins violent, dépendant en même temps de la masse mise en mouvement et de la vitesse dont cette masse serait animée. M. Gentil, ingénieur des mines, a dressé le tableau suivant, dans lequel il a ramené ses calculs à l'indication de la chute verticale d'un corps des divers étages d'une maison. Ce tableau emprunté à l'enquête du gouvernement sur l'exploitation donne une assez juste idée de l'effet que l'on éprouverait en cas d'arrêt subit d'un train.

NATURE DES TRAINS.	VITESSE A L'HEURE EN KILOMÈTRES.	VITESSE A LA SECONDE EN MÈTRES.	HAUTEURS DE CHUTE EN MÈTRES.	COMPARAISON.
	kilom.	mètres.	mètres.	
Trains de marchandises. . . .	25	6 94	2,456	Entre-sol.
— mixtes.	30	8 33	3,533	1er étage.
— omnibus.	40	11 11	6,293	2e étage.
— directs.	50	13 88	9.825	3e étage.
— express.	60	16 66	14,159	4e étage.

La plupart des freins employés aujourd'hui, semblables, en principe, aux freins des anciennes diligences, ralentissent le train en pressant des sabots en bois contre le cercle des roues et convertissent plus ou moins complétement le frottement de roulement de ces roues en frottement de glissement. Chaque frein n'agit que sur un seul véhicule à la fois et doit être manœuvré par un employé spécial qui porte le nom de *garde-frein*.

Une espèce particulière de freins dont l'usage est surtout avantageux sur les fortes pentes, et qui est connu sous le nom de *frein à patin*, a aussi pour objet de convertir le frottement de roulement en frottement de glissement; mais les sabots de ce frein ne s'appliquent plus contre les roues; ils consistent en patins d'une certaine longueur qui viennent s'appuyer sur le rail, et convertissent ainsi le wagon en un véritable traîneau. Nous en donnons plus loin la description.

Freins en Angleterre. — La question des freins semble être un objet de préoccupation moins grande en Angleterre qu'en France. Aucun des systèmes essayés jusqu'ici pour perfectionner cette partie du matériel n'y a reçu d'application suivie. On se sert partout des freins ordinaires; sur le *London and North-Western* seulement on applique depuis quelque temps les freins continus de Newal aux trains à grande vitesse (express et poste) : on en paraît très-satisfait et nous les voyons recommandés par plusieurs rapports des inspecteurs du gouvernement.

Bien que n'attachant pas une grande confiance aux cordes de communication entre les garde-freins et le mécanicien, plusieurs compagnies anglaises ont adopté ce moyen, sur les indications des inspecteurs du gouvernement, particulièrement pour les trains express ou poste contenant un petit nombre de voitures. Cette corde communique avec un sifflet placé à côté du sifflet de la machine, mais produisant un son différent. On semble en Angleterre avoir peu de confiance aussi dans les moyens de communication électrique, peut-être parce que les appareils jusqu'ici préférés sont trop compliqués. Ajoutons sur ce sujet que nulle part cependant autant qu'en Angleterre cette communication ne serait nécessaire, à cause des fréquentes ruptures d'attelage qu'on y observe. On paraît,

en Angleterre, repousser l'idée d'établir une communication entre les voyageurs et les agents du train.

Nombre de freins par train en France. — Le nombre des wagons à frein dans chaque convoi est fixé par les règlements.

En France, les règlements exigent sur les grandes lignes un frein dans un train de voyageurs de sept voitures et au-dessous; deux freins dans un train de quinze voitures et au-dessous jusqu'à sept; trois freins dans un train de plus de quinze voitures.

Indépendamment de ces freins placés sur les wagons, il s'en trouve toujours un sur le *tender* qui accompagne la locomotive.

Ces prescriptions s'appliquent à ce que nous pouvons appeler un train moyen, c'est-à-dire marchant dans des conditions de vitesse moyenne, comme le font les trains omnibus, et sur des pentes et rampes ne dépassant pas cinq à six millimètres. Pour produire le même effet sur des pentes plus fortes, le nombre des freins doit être augmenté dans une proportion qu'il est facile de déterminer.

L'action du frein proportionnelle à l'intensité du frottement de glissement dépend du poids du wagon sur lequel il est placé.

L'administration supérieure, en France, avait eu, un moment, la pensée d'imposer aux Compagnies un certain poids pour les wagons à freins, le poids devant être complété par du lest, si le wagon, avec sa charge, se trouvait trop léger; mais l'application de ce principe a présenté, en pratique, de telles difficultés, qu'il a été abandonné. On remarquera, du reste, que les wagons à freins intercalés dans les trains de voyageurs, de marchandises, ou mixtes, ont généralement un poids supérieur à celui des autres wagons, et que le *tender*, pourvu toujours d'un frein, pèse plus que tout autre véhicule, la locomotive exceptée.

Nombre de freins par train en Prusse. — Les règles adoptées en Prusse, à la suite d'un examen approfondi de la question, pour proportionner la puissance des moyens d'arrêt à la force vive accumulée dans le train et à la grandeur de la force accélérative sont les suivantes :

INCLINAISON.	POUR LES TRAINS DE VOYAGEURS.	POUR LES TRAINS DE MARCHANDISES.
De 0m,000 à 0m,0033, les freins doivent agir sur. .	1/6 des roues.	1/8 des roues.
De 0m,0033 à 0m,005, les freins doivent agir sur. .	1/5 —	1/7 —
De 0m,005 à 0m,010, les freins doivent agir sur. . .	1/4 —	1/6 —

Nombre de freins par train dans le sud de l'Allemagne. — Dans le matériel neuf, tous les freins sont à vis, les anciens freins à levier, qui étaient usités par le matériel bavarois, sont mis successivement hors de service.

Le nombre des freins qui entrent dans un convoi de voyageurs est ordinairement réglé dans le sud de l'Allemagne comme suit (le frein agissant sur 4 roues) :

Pour des pentes de	0	à	2	millim.,	1 wagon-frein	sur	8 wagons.
—	2	à	3,3	—	—		6
—	3,3	à	5	—	—		5
—	5	à	10	—	—		4
—	10	à	16	—	—		3
—	16	à	25	—	—		2

Le frein n'agissant que sur une paire de roues, il en faudra le double.

Pour les trains de marchandises, la proportion est moitié moindre.

Cette proportion est à peu près la même qu'en Prusse.

Le fourgon à bagages, portant toujours un frein, se trouve placé après le tender et le wagon, porteur également d'un frein à l'extrémité du train.

Les autres freins sont répartis uniformément dans l'intervalle.

Nombre de freins par train en Italie. — Sur les fortes pentes du chemin de Turin à Gênes, la proportion réglementaire des wagons à frein (le frein agissant sur 4 roues) est de 1/2 pour les trains de voyageurs, de 1/3 pour ceux de marchandises; mais, s'il y a double traction, une des machines est à l'arrière, ce qui n'a pas lieu en Allemagne.

Inconvénients inhérents aux freins. — Les freins le plus généralement employés présentent les inconvénients suivants :

1° Le mécanicien, qui, le premier, aperçoit un signal d'arrêt ou un obstacle sur la voie, ne peut les manœuvrer lui-même. Il est obligé, pour en déterminer le serrage, de *siffler aux freins*, c'est-à-dire d'appeler l'attention des *gardes-freins* par des coups de sifflet répétés;

2° Le serrage avec les freins à vis ou à crémaillères, en usage pour les voitures à voyageurs, est trop lent.

Quelque rapide que soit l'action d'un frein, elle ne le sera jamais assez pour prévenir la plupart des accidents provenant d'un obstacle imprévu sur la voie; car, ainsi que nous l'avons fait observer, elle ne doit jamais être instantanée, et le mécanicien, trop souvent, n'aperçoit l'obstacle que lorsqu'il s'en trouve à une trop petite distance pour que l'action du meilleur frein puisse être d'une grande utilité. On ne saurait toutefois contester l'utilité de perfectionner les freins actuels. Des freins mieux combinés, non-seulement peuvent, dans quelques cas, prévenir complétement un accident, mais ils peuvent encore dans d'autres en rendre les conséquences moins graves.

Classification des freins. — On pourrait compter par milliers les freins plus ou moins ingénieux inventés depuis une vingtaine d'années. Ils sont, pour la plupart, basés sur de faux principes ou d'une application impossible. Nous devons cependant, parmi ces freins, distinguer ceux de MM. Bricogne et Guérin, qui ont donné lieu à des rapports très-favorables de la part des commissaires nommés par le gouvernement pour s'occuper des moyens de diminuer le nombre des accidents sur les chemins de fer. Le frein de M. Newall, en usage sur les chemins anglais; le frein Lindner, des chemins allemands; le frein de M. Stilmant, adopté par une partie du matériel des chemins de fer de l'Est et de l'Ouest; le frein Laignel adopté pour le service sur les plans inclinés de Liége, le frein Didier, appliqué à un certain nombre de wagons sur le chemin du Nord et sur les chemins belges, et enfin le frein Molinos et Pronnier, du chemin de la Croix-Rousse.

Le frein Bricogne a l'avantage de permettre un serrage plus rapide, mais il n'est pas automoteur; le frein de M. Newall, bien que manœuvré par un seul homme, agit en même temps sur plusieurs

voitures; le frein Guérin est serré par le mécanicien et agit en même temps avec une grande rapidité.

Le freins Laignel et Didier diffèrent essentiellement des freins précédents en ce qu'ils appartiennent à la classe des freins à patins, dont nous avons déjà indiqué le principe. Le frein Molinos et Pronnier est un frein exceptionnel d'une très-grande énergie, qui ne peut trouver un emploi que sur des plans très-inclinés comme celui de la Croix-Rousse.

Nous décrirons ces différentes espèces de freins, après avoir parlé des freins le plus généralement employés.

Freins ordinaires à sabots. — Les freins à sabots en usage aujourd'hui ou employés précédemment sont diversement construits.

Le sabot destiné à presser le pourtour de la roue est généralement en bois et boulonné à un patin en fer.

Ancien frein du chemin de Saint-Germain. — La figure 441 représente le frein employé dans l'origine au chemin de fer de Saint-Germain.

S et S' sont les sabots en bois.

Les patins p et p' sont suspendus à des boulons b et b', fixés à une des longrines du châssis. Ils peuvent osciller sur ces boulons comme un levier sur un point fixe. Deux petites bielles K et K' assemblées à charnières avec les patins p et p' sont réunies par un boulon b'' à une tringle verticale t dont l'extrémité inférieure est emmanchée sur le même boulon, et monte verticalement jusqu'à l'impériale, où elle est filetée et se loge dans un écrou fixé à cette impériale. Cette tige se termine à sa partie supérieure par une manivelle placée dans la main d'un des conducteurs du train. En tournant cette manivelle, on fait descendre ou monter la tige verticale, et par conséquent le boulon b'', ce qui écarte ou rapproche les sabots des roues R et R'. Les sabots, étant fortement pressés contre les roues, les empêchent de tourner.

Ancien frein du chemin de Versailles (rive gauche). — Le frein de Saint Germain tend à écarter les deux roues, et par conséquent à détruire le parallélisme des essieux. On lui reproche aussi la solidarité des sabots avec la caisse, solidarité par suite de laquelle la hauteur des sabots varie avec la charge de la caisse. On a remédié au premier inconvénient dans le frein (fig. 442) em-

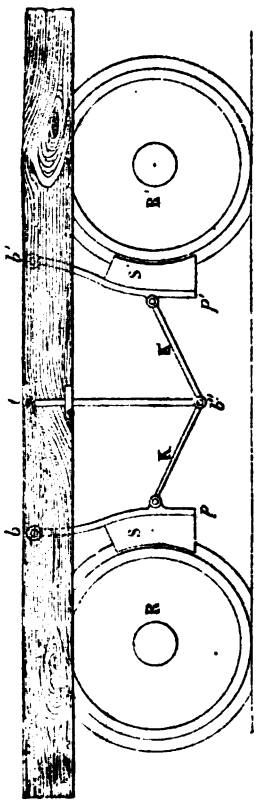


Fig. 441. — Ancien frein du chemin de Saint-Germain.

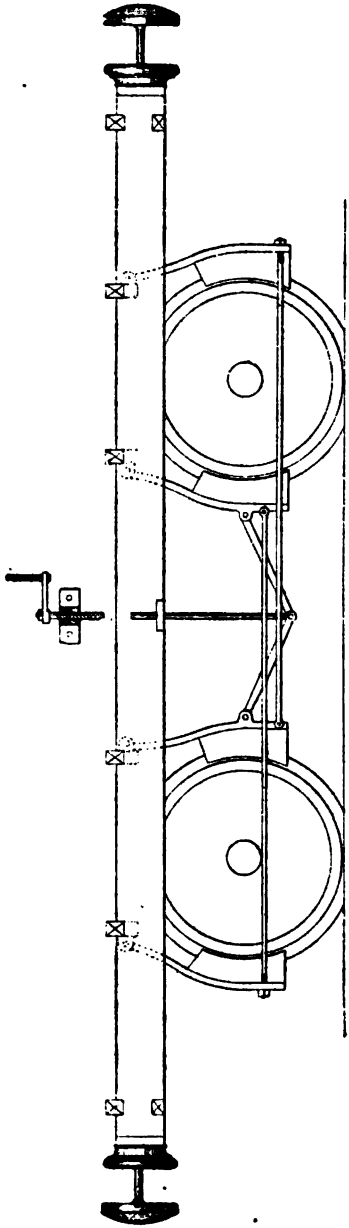


Fig. 442. — Ancien frein du chemin de Versailles (rive gauche).

ployé sur le chemin de Versailles (rive gauche), mais on a laissé subsister le second.

Freins à sabots glissants. — Sur les chemins de l'Ouest, d'Orléans, et sur toutes les nouvelles lignes, les freins sont disposés tout

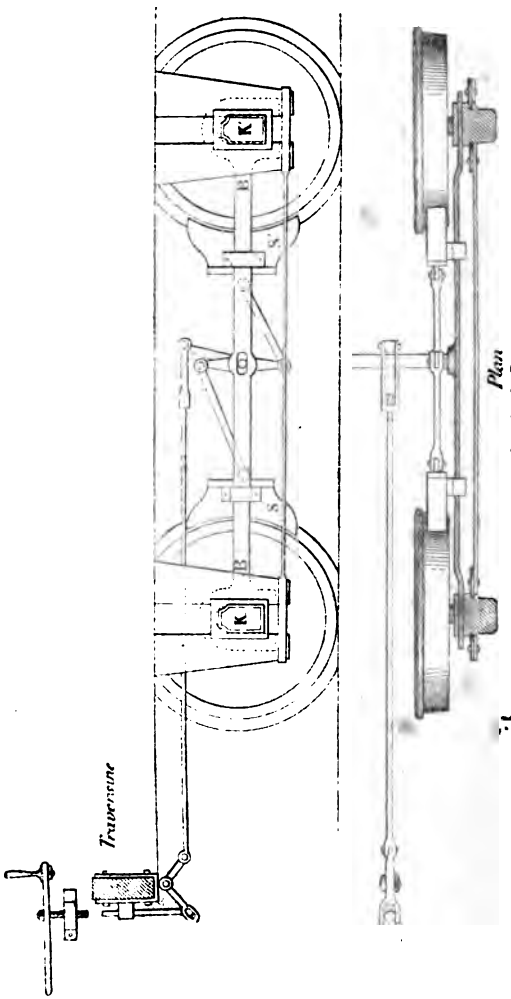


Fig. 443. — Ancien frein du chemin de Rouen.

différemment. Les sabots S et S' (fig. 443) sont portés à l'aide d'une coulisse sur une barre de fer plat B, fixée aux boîtes à graisse

mêmes K et K', de telle sorte que le frein, en suivant le mouvement vertical des boîtes à graisse sur les saillies en fer à cheval, agit toujours dans l'axe des roues. La barre de fer sert à prévenir l'écartement des essieux. Les sabots sont mis en mouvement par des bielles au moyen d'un arbre supporté par la même barre de fer.

Les sabots s'usant inégalement, ce frein, comme tous ceux dont l'axe est fixe, n'exerce pas la même pression sur les deux roues. On obvie à cet inconvénient en ovalisant les trous des deux grandes entre-toises dans lesquels portent les extrémités de l'arbre.

Autre frein de l'Ouest. Ancien frein du chemin de Versailles (rive gauche) modifié. — Plusieurs ingénieurs préfèrent l'ancien frein des chemins de Versailles au frein plus moderne du chemin de Rouen. On a remédié à son principal défaut, celui de s'appliquer imparfaitement contre les roues quand la charge varie, en apportant dans sa construction une modification suffisamment indiquée dans la figure 444. La préférence en faveur de ce frein se motive de la manière suivante : il est d'un poids et d'un prix beaucoup moins élevés que le frein de Rouen; il permet de retirer les roues du wagon sans qu'il soit nécessaire de le démonter. Dans le système de Versailles, le frottement des glissières sur les longerons est supprimé, d'où il résulte que la force déployée par le garde-frein pour le serrage est mieux utilisée.

Ce frein présente toutefois un inconvénient que n'a pas celui de Rouen, c'est de ne pouvoir s'adapter à un wagon que dans de certaines conditions d'écartement des essieux. Cet écartement étant trop grand, il devient difficile de l'employer avec avantage. L'usure des sabots avec ce frein est aussi moins uniforme qu'avec le frein à longerons. A tout bien considérer, cependant, les avantages du frein de Versailles modifié l'emportent tellement sur les inconvénients, que nous conseillons de l'employer toutes les fois que les dispositions du matériel le permettront. Aux chemins de l'Est, on l'a adapté à un grand nombre de wagons.

Frein Bricogne. — L'ingénieux procédé étudié par M. Bricogne, ingénieur, inspecteur principal du matériel du chemin de fer du Nord, consiste à serrer les freins de voitures et de wagons, au moyen d'un contre-poids qu'on abandonne à lui-même en pressant

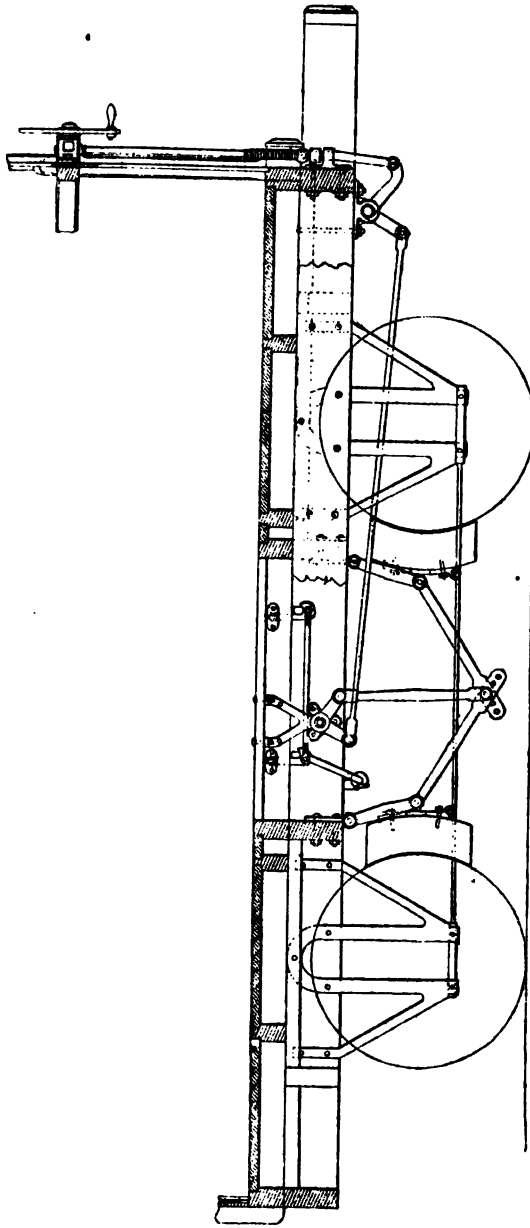


Fig. 444. — Frein de l'Ouest. Ancien frein du chemin de Versailles (rive gauche) modifié.

la détente d'un appareil de déclic, pour amener mécaniquement les sabots du frein en contact avec les jantes des roues et commencer immédiatement l'enrayage.

L'avantage de ce procédé est de mettre instantanément le frein en état d'agir; de ne laisser au garde-frein qu'une détente à presser pour amener son frein en prise, et de le dispenser ainsi des sept à huit tours de manivelle qui entraînent toujours dans le jeu du frein ordinaire une perte de temps fâcheuse. Quand le contre-poids est descendu au bas de sa course, le garde-frein n'a qu'à donner un seul et dernier tour de manivelle pour achever le serrage du frein et compléter l'enrayage des roues. Lorsque le train doit reprendre sa marche, le garde-frein desserre son frein en remontant le contre-poids au point le plus haut de sa course, à l'aide d'une manivelle à volant; les roues redeviennent libres, et l'appareil se trouve en état d'agir de nouveau au premier signal qui partira de la machine.

On fait au frein Bricogne les objections suivantes : 1° il coûte 400 francs de plus que les freins ordinaires, soit 1,000 francs au lieu de 600; 2° on peut le placer assez facilement à l'intérieur des wagons à bagages, mais il y occupe une place dont on pourrait tirer parti; 3° dans les wagons à voyageurs, où on ne peut le placer qu'extérieurement, son emploi présente plus de difficultés. On est alors obligé, ou de le loger à côté de la guérite du garde, dans une niche pénétrant dans l'intérieur du wagon et occupant alors une place de voyageur, ou de l'établir dans la guérite même en l'élargissant, ce qui augmente sensiblement le poids en porte-à-faux de la guérite, poids qui est déjà trop grand. Des inconvénients semblables se présenteraient pour les wagons à marchandises où la vigie est placée extérieurement.

M. Bricogne répond à ces objections en ces termes : 1° On ne peut manœuvrer commodément les freins ordinaires qu'en leur réservant dans les wagons à bagages une place presque aussi grande qu'aux freins à contre-poids; 2° on évite les inconvénients de porte-à-faux en modifiant la position des essieux; 3° l'augmentation de prix est bien compensée par les avantages que promet le frein à contre-poids.

M. Bricogne conserve le frein ordinaire à cric agissant sur les jantes des roues au moyen de sabots en bois guidés horizontalement, à la hauteur du centre des roues, et mis en jeu par un système de leviers coudés, et il fait agir sur la tige à manivelle de ce frein, à l'aide d'un pignon droit et de deux pignons d'angle, un poids portant une crémaillère venue de fonte, maintenu et guidé verticalement par des supports à galets fixés au plancher du wagon.

Ce poids est formé de deux parties prismatiques à section rectangulaire, assemblées, à leurs extrémités, à l'aide de pièces transversales, et espacées entre elles de manière à ménager une rainure dans laquelle est logé le pignon de la manivelle du frein. Il résulte de cette disposition que la ligne de contact des dents de la crémaillère et du pignon passe constamment par le centre de gravité du système, et que le poids se trouve par conséquent placé dans les meilleures conditions d'action, sans porte-à-faux. La course du poids est d'ailleurs calculée de manière à présenter assez de marge pour permettre d'opérer le serrage du frein en tout état d'usure des sabots et des diverses pièces du mécanisme.

Le contre-poids est maintenu relevé à l'aide d'une roue à rochet dont le plan est horizontal, calée sur la tige à manivelle du frein, engrenant avec un appareil de déclic spécial fixé au plafond du wagon. Pour mettre le poids en prise, et commencer par conséquent le serrage du frein, il n'y a qu'à déplacer d'environ $0^m,01$ l'extrémité du petit levier de l'appareil du déclic. L'appareil est si facile à mettre en jeu, que l'auteur ne doute pas qu'il soit possible, si on le juge utile, de permettre de faire agir simultanément tous les freins d'un même train, en reliant les leviers des déclics à une corde passant sur toutes les voitures et allant aboutir soit au mécanicien, soit à un garde-frein.

Il serait facile de déterminer l'action du contre-poids de telle sorte que l'enrayage des roues dût être immédiat et complet ; mais l'auteur a pensé avec raison qu'il était préférable de rendre cette action mécanique du frein moins brusque et de calculer le poids de façon à lui faire commencer seulement le serrage des sabots, en laissant, comme nous l'avons dit, au garde-frein le soin d'agir sur une ma-

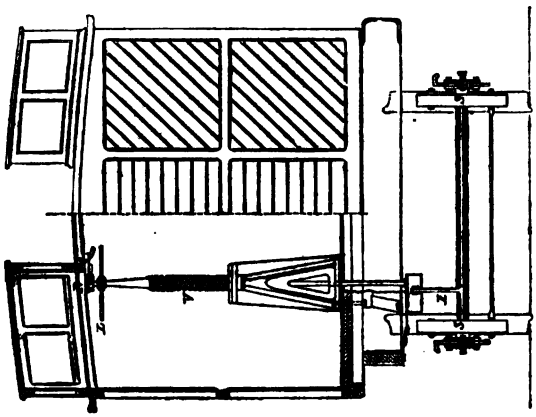


Fig. 446. — Coupe en travers.

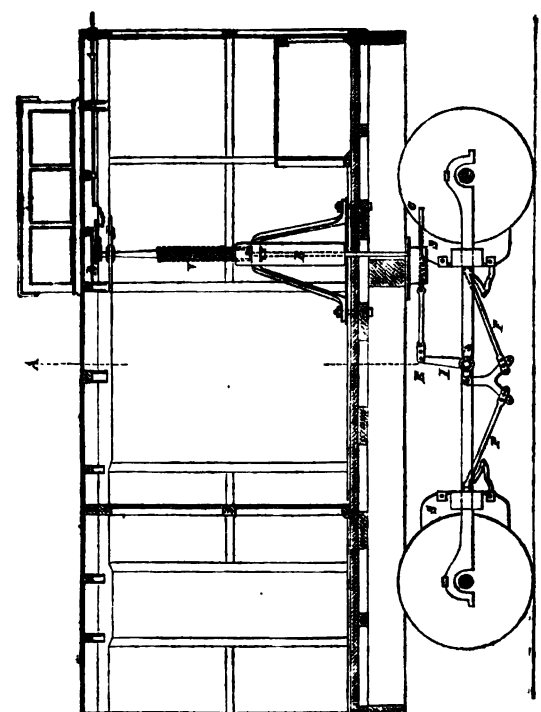


Fig. 445. — Frein Bricogne. Coupe en long.

nivelle à volant pour parachever, suivant les cas, et eu égard à chaque circonstance, l'enrayage des roues.

Dans les freins de ce système que M. Bricogne a fait construire pour le chemin du Nord, le poids à crémaillère pèse 150 kilogrammes, et représente sur la manivelle à volant du garde-frein un effort de 18k,75. L'effort nécessaire pour achever l'enrayage des roues, rapporté à l'extrémité du rayon de la même manivelle, n'est que de 5 kilogrammes. Enfin, la résistance à vaincre pour mettre l'appareil de déclic en jeu, au moment où doit commencer le serrage, n'est que d'un kilogramme.

Le frein Bricogne est employé aujourd'hui au chemin du Nord sur un grand nombre de wagons.

M. Bricogne, afin de simplifier les organes de son frein, a supprimé le contre-poids, la crémaillère, l'arbre vertical, etc., etc., et en a construit un nouveau ainsi disposé : l'arbre vertical de relevage est remplacé par une vis à plusieurs filets dont le pas est très-allongé, l'écrou que traverse cette vis est le poids de fonte lui-même, l'encliquetage est retenu. Quand le garde-frein veut faire agir l'appareil il lève le cliquet qui retient le rochet calé sur la vis, alors le poids qui n'est plus retenu en l'air descend entre les deux joues d'une flasque en fonte en faisant tourner avec une très-grande rapidité la vis. Comme dans son premier frein, M. Bricogne peut, à la main, augmenter le serrage afin de caler à fond, si c'est nécessaire. Pour déserrer et remonter le contre-poids, le garde-frein n'a qu'à imprimer un mouvement de rotation à la vis à l'aide du volant à manivelle placé à la partie supérieure, et à laisser retomber le cliquet pour retenir l'appareil dans sa position première.

Cet appareil, tout ingénieux qu'il est, a l'inconvénient de ne pas toujours fonctionner. Il faut, d'une part, que l'écrou ait beaucoup de jeu, que la vis soit parfaitement graissée, et avec de l'huile, afin d'éviter le cambouis, de plus, la descente du contre-poids doit s'effectuer plus lentement qu'avec la crémaillière.

Frein Newal. — Le frein Newal met en communication trois voitures à l'aide d'un arbre placé sous chaque caisse et raccordé au moyen d'un manchon à rotules.

Le mécanisme moteur, placé à l'intérieur d'un wagou, se compose

d'un arbre vertical A fixé entre les deux planchers de la voiture, d'un volant V avec roue d'angle communiquant le mouvement à l'arbre dont nous venons de parler, d'un double encliquetage E, destiné à augmenter le serrage des sabots et à retenir le contre-poids en l'air.

A l'extrémité inférieure de l'arbre vertical se trouve un pignon P donnant le mouvement à une roue d'angle R calée sur l'arbre A′ longitudinal placé sous les voitures. A côté de cette roue d'angle, sur le même arbre, est un pignon vertical P′, qui sert à remonter un contre-poids à crémaillère C, à l'extrémité inférieure de laquelle est fixé le bras du levier L qui agit sur l'arbre portant les bielles des sabots.

Quant à l'aide du volant on fait tourner l'arbre moteur, on remonte le contre-poids, et alors on desserre le frein qui se trouve par le fait de cette manœuvre prêt à fonctionner.

La seconde et la troisième voitures sont reliées entre elles et la première, avons-nous dit, à l'aide d'un manchon M à rotules à emmanchement carré, de sorte que, quand l'arbre placé sous la première voiture reçoit un mouvement de rotation, il le communique immédiatement à la deuxième et à la troisième voiture.

Afin de pouvoir aussi serrer les freins des voitures, une crémaillère extérieure C' a été placée à l'avant de la caisse dans un tube en tôle. L'extrémité supérieure de la crémaillère porte une rondelle métallique sur laquelle venait presser un ressort à boudin B, ayant pour fonction de forcer la crémaillère à descendre ; on a remplacé ce ressort par un contre poids libre en fonte.

L'extrémité inférieure de la crémaillère est, comme dans la voiture portant l'appareil moteur, reliée au levier des freins et en communication directe avec un pignon semblable à celui placé sous le contre-poids de l'appareil moteur.

La troisième voiture est en tout semblable à la seconde.

Quand le garde-frein veut faire agir l'appareil il appuie sur le cliquet de l'encliquetage, le poids qui n'est plus retenu, prend alors un mouvement de marche très-rapide, en imprimant à l'arbre vertical un mouvement de rotation qui se communique aussitôt à l'arbre placé sous les voitures. Pour augmenter l'énergie du ser-

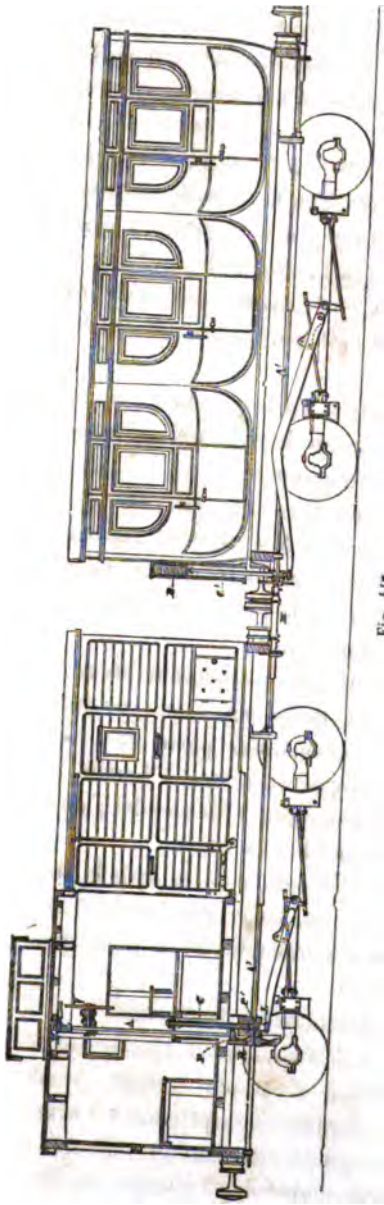


Fig. 447.

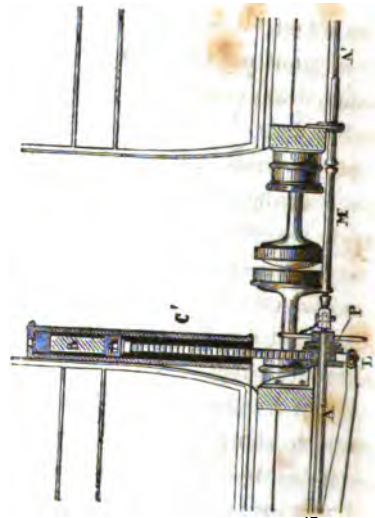


Fig. 449.

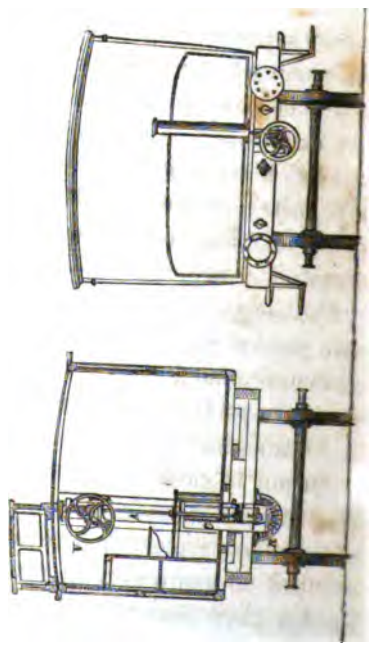


Fig. 448.

Fig. 449.

rage, on n'a qu'à donner un ou deux tours de volant, quand l'arbre a cessé de tourner.

Freins compensateurs. — Pour obvier à l'inégalité de pression sur les deux essieux d'un même véhicule qui existe dans les freins ordinaires, M. Mayer a fait ajouter, à titre d'essai, aux freins de deux voitures de 2e classe des chemins de fer de l'Ouest un système de leviers intermédiaires au moyen duquel le levier principal

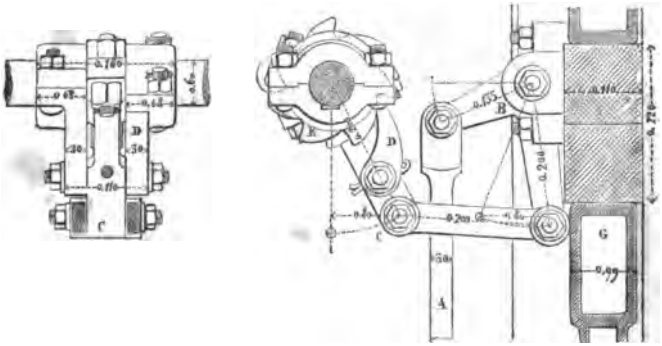


Fig. 451.

de l'arbre à leviers est perpendiculaire aux leviers qui pressent les sabots, au lieu de leur être parallèle.

En outre, pour réduire au minimum la course des sabots dans les deux sens, et par suite les pertes de temps résultant du serrage, M. Mayer rend fou le levier principal et le fait agir sur l'arbre à leviers au moyen d'un cliquet agissant lui-même sur un rochet, et qui avance successivement d'une ou de plusieurs dents à mesure que les sabots s'usent.

Cette double disposition est représentée dans le dessin ci-joint (fig. 451).

Frein Lindner. — Ce frein, employé sur plusieurs chemins de fer importants en Allemagne, offre le double avantage d'un serrage aussi énergique que prompt, et d'un mécanisme fonctionnant toujours d'une manière exacte, quel que soit le progrès de l'usure du sabot.

Les freins ordinaires à vis sont assez puissants, mais la manœu-

vre du serrage en est souvent lente, parce que le desserrage n'est pas limité et va généralement bien au delà de ce qui serait nécessaire pour dégager simplement la roue. On a, dans le frein Lindner, limité le desserrage au moyen d'une disposition particulière, dont nous empruntons la description au mémoire rédigé par les ingénieurs de la Société autrichienne, à l'occasion de l'Exposition internationale.

La fig. 452 représente cette disposition : *a* est une vis ordinaire de manœuvre ne pouvant que tourner sans monter ni descendre. Pour serrer le frein, on fait tourner la vis de manière à faire monter l'écrou *b*, et on le desserre en le faisant tourner en sens contraire. Cet écrou agit par deux tringles latérales *bc* sur le levier *cde* mobile autour du centre *e*, et transmettant l'action de la vis aux sabots par une tringle attachée en *d*. *f* est un support en fonte de la vis de manœuvre ; *g* est une crémaillère traversant librement l'écrou *b* et le support *f*, sauf qu'elle est arrêtée dans le mouvement de haut en bas par un cliquet *h* maintenu par un ressort *i* engagé dans le support *f*; *k* sont des taquets latéraux placés immédiatement au-dessus des dents de la crémaillère. D'autres taquets placés plus haut sur le prolongement cylindrique de la tige de la crémaillère à une distance telle, que le jeu de l'écrou *b* entre le taquet *k* et le taquet *l* soit suffisant pour éloigner le sabot de la roue.

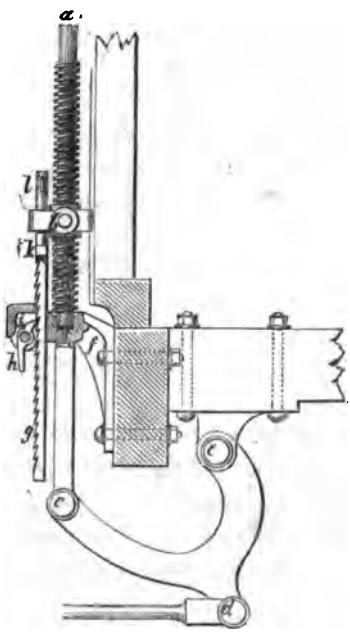


Fig. 452.

Cela posé, il est évident que, si on tourne la vis de manière à serrer le frein, l'écrou *b* montera jusqu'à ce que le sabot soit fortement serré contre la roue. On réglera alors la position de la cré-

maillère de façon que le taquet *l* repose sur l'écrou *b*. Quand on voudra desserrer le frein, on tournera la vis pour faire descendre l'écrou, et le mouvement sera forcément arrêté dès que l'écrou arrivera au taquet *k;* l'ouvrier preposé à la manœuvre ne desserrera donc jamais plus qu'il ne faut. Quand l'appareil est ainsi réglé une première fois, il reste toujours réglé par sa propre action, car, à mesure de l'usure du sabot, la crémaillère, au moment du serrage, est toujours soulevée à la position qui convient pour ce degré d'usure. Dans les conditions de la figure 420, le serrage des freins se fait en cinq tours de la vis et en deux fois moins de temps qu'avant.

Frein Stilmant.—Le frein Stilmant se compose de deux longerons L en fer reliés par des entre-toises et suspendus au châssis du fourgon par quatre bielles articulées B; l'une des extrémités de ces longerons est armée d'un sabot S en fer destiné à opérer le calage des roues d'avant; l'autre extrémité porte une coulisse C dans laquelle glisse un coin K armé de l'autre sabot également en fer et devant opérer le calage des roues d'arrière. Les coins placés de chaque côté du wagon sont suspendus à deux leviers *l* placés sur un arbre horizontal A fixé au châssis du fourgon; cet arbre porte à son milieu un grand levier R à l'extrémité duquel est fixé le système qui doit communiquer le mouvement aux deux coins et les mettre en contact avec les roues d'arrière, pour opérer le calage.

Les deux longerons sont inclinés de manière que les milieux des sabots d'avant se trouvent environ six centimètres en dessous de l'axe des roues et les milieux des coulisses qui reçoivent les coins six centimètres en dessus de ce même axe; d'après cette disposition, aussitôt que les sabots des coins sont mis en contact avec les roues d'arrière, ces dernières étant animées d'une vitesse de rotation quelconque, tendent, par leur frottement sur ces sabots, à faire rentrer les coins dans leurs coulisses. A cet instant, les longerons étant mobiles, se portent du côté des roues d'avant jusqu'au moment où les sabots dont ils sont armés se trouvent en contact avec elle ; alors l'entraînement a lieu et le calage des roues s'opère.

Le but que s'est proposé M. Stilmant dans la construction du frein que nous venons de décrire a été d'obtenir un serrage plus prompt

et plus énergique des sabots contre les roues qu'avec les freins ordinaires, et, au besoin, un enrayage très-rapide des quatre roues. L'inventeur, pour atteindre ce résultat, emploie des sabots en fer. L'action de ces sabots sur les bandages est très énergique par suite de l'arrachement des molécules de métal qui, au lieu de présenter une surface polie et glissante, offrent des aspérités qui favorisent

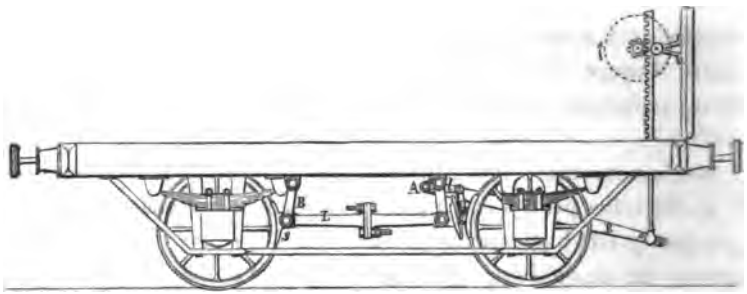


Fig. 455.

l'enrayage. Le décalage aussi bien que le calage s'opère avec facilité et rapidité.

Le système de transmission du mouvement du frein au moyen de la crémaillère, adopté dans l'origine par M. Stilmant, présente des difficultés pour la mise en service : 1° le calage des roues se fait trop rapidement, ce qui, dans les trains express, produit sur le fourgon un choc peu dangereux mais fatigant pour les agents du train ; 2° l'effort à faire sur la manivelle pour aider l'entraînement et opérer le calage doit être d'environ 50 à 60 kilog., de manière à produire, d'après le rapport des leviers, une pression de 1,600 et 2,000 kilog. sur les coins. Cet effort sur les manivelles est trop considérable et les agents ne pourraient y résister. M. Dupont, inspecteur de la Compagnie de l'Est, chargé de suivre les essais des freins Stilmant, a eu l'idée de remplacer la crémaillère par une vis en fer de 80 millimètres de pas à trois filets, mise en mouvement par un volant de $0^{m},30$ de diamètre. Un effort de 20 kilog. sur ce volant exerce sur les coins une pression de 2,000 kilog., plus que suffisante pour produire le calage. L'enrayage ou calage est moins prompt qu'avec la crémaillère, mais il se fait sans choc.

Avec la crémaillère, à des vitesses de 60 à 70 kilog. par heure, le calage se fait en six à dix tours de roues, c'est-à-dire sur un parcours de 20 à 30 mètres, tandis qu'avec la vis le calage ne se produit qu'en dix-huit à vingt tours de roues, c'est-à-dire après le parcours de 60 à 70 mètres. Mais, quoique les roues soient enrayées un peu plus tard, le ralentissement du train se fait plus vite

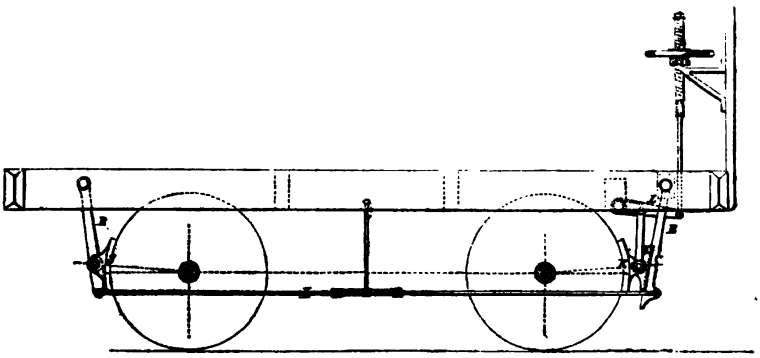


Fig. 454.

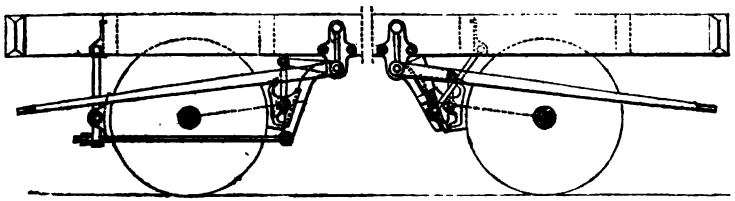


Fig. 455. Fig. 456.

que par le calage instantané, par suite du frottement considérable des sabots en fer contre les bandages, dû à l'arrachement des molécules du métal. A l'appui de cette opinion, on peut citer le fait suivant. Dans le même arrêt, on a calé et décalé plusieurs fois, et on a obtenu un ralentissement du train bien plus sensible qu'en laissant ces roues enrayées pendant tout le temps de l'arrêt, et ce fait s'est toujours reproduit de la même manière dans toutes les expériences.

Les roues du fourgon 203 ont fait avec le frein Stilmant, environ 13,200 kilomètres ; elles ont été calées plus de huit cents fois, et,

malgré ce parcours et ce travail, les facettes produites sur les bandages sont insensibles. Elles sont enlevées dans l'arrêt suivant par les sabots en fer, qui font l'effet d'un outil de tour ne coupant pas, mais arrachant la matière et maintenant la forme ronde des bandages.

La rapidité du serrage étant due en partie à l'entraînement du sabot en coin par la rotation des roues, il était à craindre que, pour obtenir du système Stilmant tout son effet, on ne fût dans la nécessité de faire circuler les fourgons à freins toujours dans le même sens, ce qui aurait créé une sujetion gênante pour la composition des trains ; mais il a été reconnu que le frein agit également bien lorsque les fourgons marchent dans le sens contraire ; il suffit d'exercer un effort plus grand sur le volant de la vis.

En résumé : les résultats obtenus dans les essais faits par la Compagnie de l'Est sur le frein Stilmant ont été très-satisfaisants au point de vue de la rapidité de calage, de l'avantage et de la conservation des bandages.

La figure 454 représente un second modèle de frein Stilmant dans lequel l'action sur la tige L s'exerce par traction au lieu de s'exercer par pression. Les figures 455 et 456 représentent de petits freins à main.

Nécessité de compenser l'usure des sabots. — Quel que soit le système du frein employé, il importe de pouvoir le régler de manière à compenser l'usure des sabots en bois. Nous avons indiqué le moyen employé à cet effet pour les freins à sabots glissants, le frein de l'Ouest, le frein Lindner, etc., etc.

Nature et usure des sabots en bois. — Les sabots en bois sont en charme ou en hêtre très-sec : on a quelquefois employé avec succès le peuplier blanc ; il faut un bois qui ne soit pas trop cher et trop susceptible de se polir par le frottement, car une forte pression deviendrait nécessaire pour fixer les roues. Les sabots s'usent assez promptement ; il faut, pour éviter des réparations trop fréquentes, se réserver dans le tracé de leur construction une marge de $0^m,10$ à $0^m,12$ pour l'usure.

Essais faits au chemin de fer de l'Est sur les sabots en métal. — Ce n'est pas seulement avec les freins Stilmant qu'au chemin de

l'Est on a essayé les sabots en métal. C'est ce qui résulte de la note suivante, extraite d'un rapport de M. Vuillemin sur ces sabots.

« Lors de l'application des freins automoteurs Guérin à une partie des fourgons à marchandises, on reconnut qu'il était nécessaire, pour le bon fonctionnement de l'appareil, de maintenir une faible distance entre la surface frottante du sabot de frein et celle de la roue ; cette condition étant difficile à remplir avec les sabots en bois, à cause de leur usure rapide et inégale, on a été amené à les remplacer par des sabots en fonte. Depuis près de deux ans que ces derniers fonctionnent, ils ont fait un service très-satisfaisant, et l'usure a été peu importante.

« L'emploi des freins automoteurs dans les trains de machines Engerth exige de grandes précautions à la descente des rampes de 8 millimètres de Loxéville. Souvent les sabots en bois du tender prennent feu et sont entièrement consumés à l'arrivée du train au pied de la rampe. Pour éviter cet inconvénient, on a remplacé les sabots en bois par des sabots en fer.

« Voici les résultats de cette application :

« 1° Avec les sabots en bois, il fallait enrayer complétement les roues du tender pour éviter leur inflammation, et tourner de nouveau les bandages après un parcours de 9,000 kilomètres. Depuis l'emploi des sabots en fer, on laisse tourner légèrement les roues à la descente, les méplats ne se produisent pas et s'effacent même; plusieurs tenders ont déjà fait des parcours de 12,000 kilomètres sans que leurs bandages aient besoin d'être rafraîchis.

« 2° L'usure des sabots en fer a été de 14 à 15 millimètres pour un parcours moyen de 15,000 kilomètres.

« Si ces sabots permettent d'être toujours maître du train, il s'est présenté au début un inconvénient que l'expérience des mécaniciens fait disparaître de jour en jour ; — les sabots en fer échauffent tellement les bandages, que parfois ces derniers se sont dilatés au point de faire lâcher les rivets, qu'il fallait remplacer ; mais aujourd'hui, après cinq à six mois d'usage des sabots en fer, ce cas ne se présente que très-rarement. »

Avantages respectifs des leviers, des vis et des crémaillères. — On peut, au lieu d'employer une vis pour serrer le frein, comme

nous l'avons indiqué, faire usage d'un levier. C'est ce qui a lieu dans le frein représenté fig. 457, dont on se sert pour les wagons de terrassement et les wagons à charbon.

L'usage du levier permet d'agir avec beaucoup plus de promptitude, lorsqu'il faut serrer le frein; mais le serrage n'a plus lieu dès que le conducteur cesse de s'appuyer dessus, et il n'est énergique qu'autant que le levier est très-long. Il devient même insuffisant

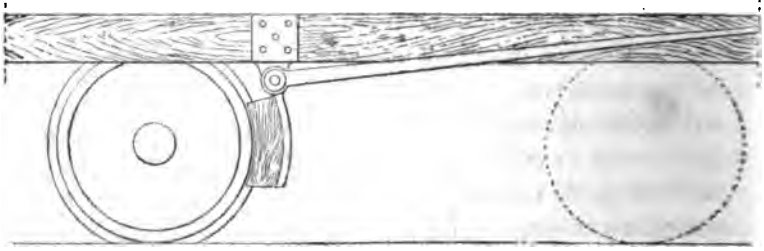


Fig. 457. — Frein à levier.

pour les véhicules un peu lourds. L'emploi des tiges à vis, bien qu'il exige plus de temps pour le serrage, est préférable.

On a aussi employé des crémaillères et des roues d'engrenage au lieu de vis. Cette disposition a été appliquée plus particulièrement sur des tenders, dont l'attelage avec la machine est très-solide; pour les wagons, elle agit trop rapidement et occasionne fréquemment la rupture des attelages.

Le rapport des éléments d'un frein du genre de ceux que nous venons de décrire doit être calculé de telle sorte, qu'un seul homme, par son poids ou par sa force musculaire, puisse déterminer un frottement supérieur à l'adhérence des roues, de manière que celles-ci soient arrêtées dans leur mouvement de rotation pour glisser sur les rails. Lorsque le frottement des sabots du frein n'est pas supérieur à l'adhérence, la roue continue à tourner en frottant sur le sabot; il y a toujours alors un travail résistant qui absorbe une partie de la force vive et produit une diminution de vitesse correspondante.

Distribution des freins dans les convois. — Les freins ordinaires produisent, quand ils agissent, un ébranlement désagréable

pour les voyageurs, aussi doivent-ils être placés sur les wagons à marchandises ou à bagages, de préférence aux wagons à voyageurs, et sur les wagons à voyageurs de 2e ou de 3e classe, plutôt que sur ceux des voyageurs de 1re classe.

La meilleure disposition consisterait peut-être à mettre en tête et en queue de chaque train un wagon spécial chargé très-lourdement et muni d'un frein très-énergique; mais ce moyen serait un peu coûteux.

Frein Laignel. — Sur le plan incliné de Liége, on se sert, pour modérer la vitesse des convois descendants, de freins qui agissent directement sur les rails, au lieu d'agir comme les freins ordinaires sur les roues.

La fig. 458 représente cette ingénieuse espèce de frein, inventé par M. Laignel.

Le frein est porté sur un wagon spécial, appelé wagon-frein, que l'on charge d'un poids aussi considérable qu'on le juge nécessaire. Ce wagon est à six roues. Des patins en bois *pp'*, placés entre les roues R et R', sont suspendus par des tiges verticales aux extrémités de leviers.

On élève ou on abaisse les leviers et les patins au moyen de vis V, V', qui se meuvent dans des écrous fixes supportés par des colonnes fixées au milieu de la plate-forme du wagon. Lorsqu'on veut faire agir le frein, on fait poser les patins en bois sur les rails et l'on presse jusqu'à ce que, le wagon étant soulevé sur ces appuis fixes, les roues cessent de reposer sur le rail. Le wagon-frein se trouve ainsi converti en un traîneau dont le frottement est d'autant plus grand que le wagon est plus lourd.

Frein Didier. — Pour composer un frein puissant, M. Didier a imaginé de transformer *instantanément* les wagons en traîneaux, glissant sur les voies.

Pour atteindre son but, l'inventeur place entre les deux roues, de chaque côté du wagon et dans le plan vertical des rails, de longs patins en bois A, A, solidement reliés aux longerons du châssis, et qui, par la manœuvre d'un déclic dont nous allons parler, viennent tout à coup porter sur les voies et y peser de tout le poids du système suspendu.

Les patins ont toute la longueur que permet l'écartement des

roues, ils sont fixés aux plaques BB à l'aide de pièces à glissières,

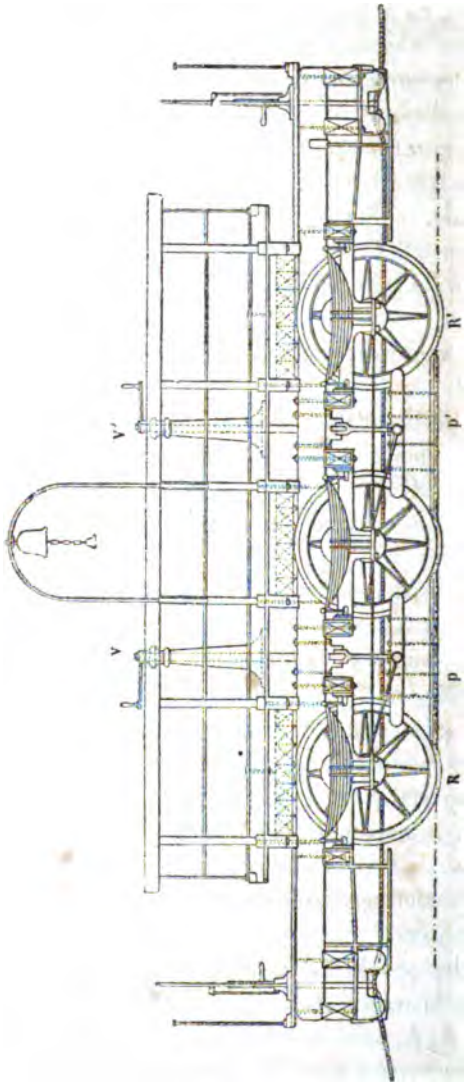


Fig. 458. — Frein Laignel.

permettant de régler toujours convenablement leur distance aux rails, au fur et à mesure de l'usure.

La chute de la partie suspendue sur les rails s'obtient en employant les dispositions suivantes :

Les ressorts de suspension sont attachés, au moyen de me-

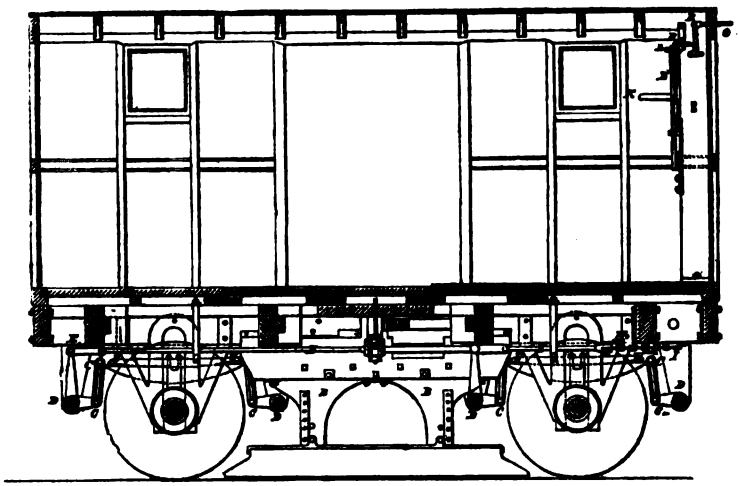


Fig. 459. — Frein Didier. Coupe en long.

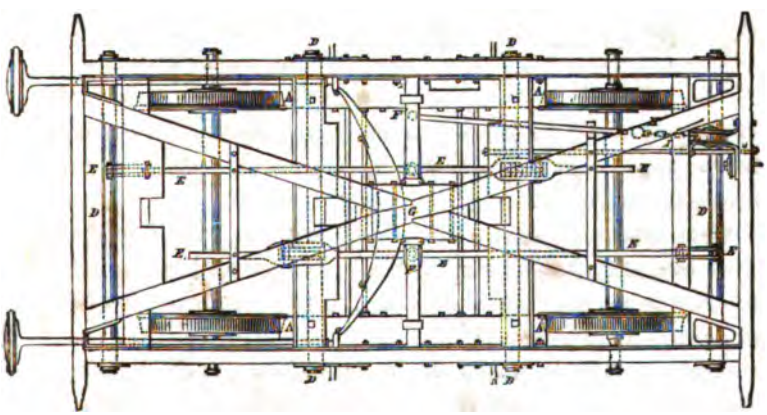


Fig. 460. — Frein Didier. Plan.

nottes CC (fig. 459 et 460), aux arbres à leviers D. Ces arbres sont maintenus, à l'état normal, par des tringles-guides E, commandées par un balancier horizontal FF', oscillant autour de l'axe vertical G. L'extrémité motrice F' du balancier est actionnée par la tringle FH,

liée à la chaîne HI, passant sur une poulie de renvoi, pour aboutir à la crémaillère IJ d'un cric de manœuvre, portant une manivelle motrice K et un système de déclic particulier LL, M M' M'' M''' M'''', N N' N'', manœuvrable, soit de l'intérieur du wagon, par le garde-frein; soit de l'extérieur, par le mécanicien.

Aussitôt que, de l'extérieur du wagon, le garde-frein soulève le levier LL' (fig. 461), ou que, de l'extérieur, le mécanicien tire sur une corde attachée au piton O, actionnant l'équerre RR pour produire le même effet, le levier coudé M M'''' se dégage de la mortaise dans laquelle il est engagé de M'' en M'', en oscillant forcément autour du centre M'''; le point N', en s'éloignant du rochet, permet au chien N N'' de s'abattre, et par conséquent à tout le système suspendu de descendre librement sur les patins, en imprimant un mouvement de rotation rapide à tout l'ensemble du cric et au rochet portant la manivelle motrice K.

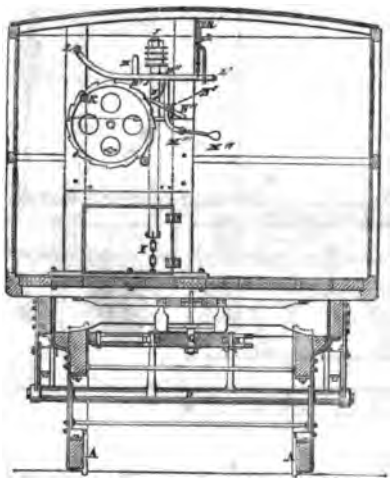


Fig. 461. — Coupe en travers.

Pour éviter les ruptures qu'occasionnerait un arrêt trop brusque de ce mouvement, on place au haut de la crémaillère un ressort en caoutchouc qui, à fond de course, vient s'appuyer sur la face supérieure de la boîte à cric.

Pour remonter le wagon sur ses suspensions, après le fonctionnement du frein, il faut que le garde-frein replace d'abord le déclic dans la position indiquée au dessein, puis s'applique à la manivelle K pour ramener les arbres D dans leur position naturelle, en tendant de nouveau les ressorts de suspension.

Le rapport des engrenages du cric doit être établi de manière à ne pas dépasser un effort de 20 kilogrammes sur la manivelle K.

Les ressorts de suspension des wagons se trouvent dans le plan des brancards, il se pourrait qu'en se détendant complétement par la chute de la partie suspendue ils vinssent à rencontrer ces brancards en reportant une partie du poids suspendu sur les essieux, au détriment de l'énergie du frein, pour l'éviter il faut, comme l'indique la figure, introduire dans la composition des ressorts des sommiers U, U, qui en limitent convenablement la détente.

Ces sommiers présentent encore ce double avantage de pouvoir conserver les brancards à la cote ordinaire de montage, par rapports aux rails, et de limiter la durée de la manœuvre de relèvement tout en régularisant mieux le travail du garde-frein.

Le frein Didier est lourd, et par suite coûteux, il pèse 17 à 1,800 kil.; tandis que les freins ordinaires ne pèsent que 6 à 700 kil.

Ce frein, comme on le voit par la description que nous venons d'en donner, est un frein à puissance initiale, présentant les avantages et les inconvénients des freins de détresse.

On comprend aisément quelle puissance d'arrêt on peut mettre dans les mains du mécanicien, en lui confiant à la fois la manœuvre d'un ou même de deux freins Didier, ajoutés au frein ordinaire du tender, et à celui que l'on a appliqué récemment, au Nord, aux locomotives mêmes.

Mais l'on se demande s'il est nécessaire sur des chemins à pente moyenne de charger habituellement les trains d'appareils de ce genre pour s'en servir seulement dans des cas exceptionnels. De toute manière, ayant égard à leur poids et à leur prix, on ne pourrait en intercaller qu'un petit nombre dans un train, et peut-être alors se placerait-on dans de meilleures conditions en multipliant les freins d'une moins grande puissance.

Il faut, avec le frein Didier, déployer une grande force pour relever le wagon, s'il est très-lourd. Aussi, ne jugerait-on pas convenable au chemin du Nord, de se servir de ce frein pour des véhicules, wagons ou tenders, pesant au-delà de 12 tonnes.

Enfin, les patins du frein Didier, ne portant aucun bourrelet et les roues n'étant que très-faiblement chargées quand le patin est abaissé, on peut craindre que le wagon, portant sur les patins, ne quitte facilement la voie.

Frein automoteur Guérin. Ancien système. — Le frein Guérin a été essayé pour la première fois sur le chemin d'Orléans. Nous empruntons la description du frein tel qu'il était alors à un rapport fait à la Société des ingénieurs civils par M. Forquenot, l'un des ingénieurs de ce chemin.

« Dans les divers freins généralement employés sur les chemins de fer, le serrage des sabots contre les roues est déterminé par l'effet produit sur une manivelle manœuvrée par le conducteur. Dans son appareil, M. Guérin utilise pour cet objet la pression qui a lieu sur les ressorts de choc des wagons composant un train en marche, lorsque le mécanicien, pour l'arrêter, ferme le régulateur de la machine et fait serrer le frein du tender.

« Pour arriver à ce résultat, il place sur l'arbre du frein deux leviers dont les extrémités se prolongent contre le ressort de choc d'arrière du wagon, de chaque côté de ses guides. Ces leviers servant de point d'appui au ressort, le frein fonctionnera dès que la rentrée des tampons aura lieu. On conçoit dès lors que, pour refouler un train en arrière, il faut que cet effet puisse être neutralisé.

« Ce but a été très-heureusement atteint au moyen d'un mécanisme simple et ingénieux qui a été composé de la manière suivante :

« 1° D'une pièce fourchue *adc* (fig. 462 et 463) fixée sur la traverse d'arrière des châssis, et articulée de manière à se baisser pour servir d'appui à l'embase de la tige du crochet de traction, ou à se soulever pour la laisser libre;

« 2° D'un levier vertical *bf*, muni d'un contre-poids *l*, communiquant au moyen d'une tige *gh* son mouvement à la pièce fourchue *adc;*

« 3° D'un manchon M, de forme particulière, monté sur l'un des essieux et pivotant à une certaine vitesse par l'action de la force centrifuge. Ce manchon présente en son milieu une gorge d'une profondeur convenable.

« Lorsque le train est animé d'une vitesse supérieure à 10 kilomètres, le manchon M change de position et présente au levier *b* sa partie creuse ; le contre-poids *l* agit pour soulever la pièce fourchue, la dégage de l'embase du crochet de traction et permet le recul du

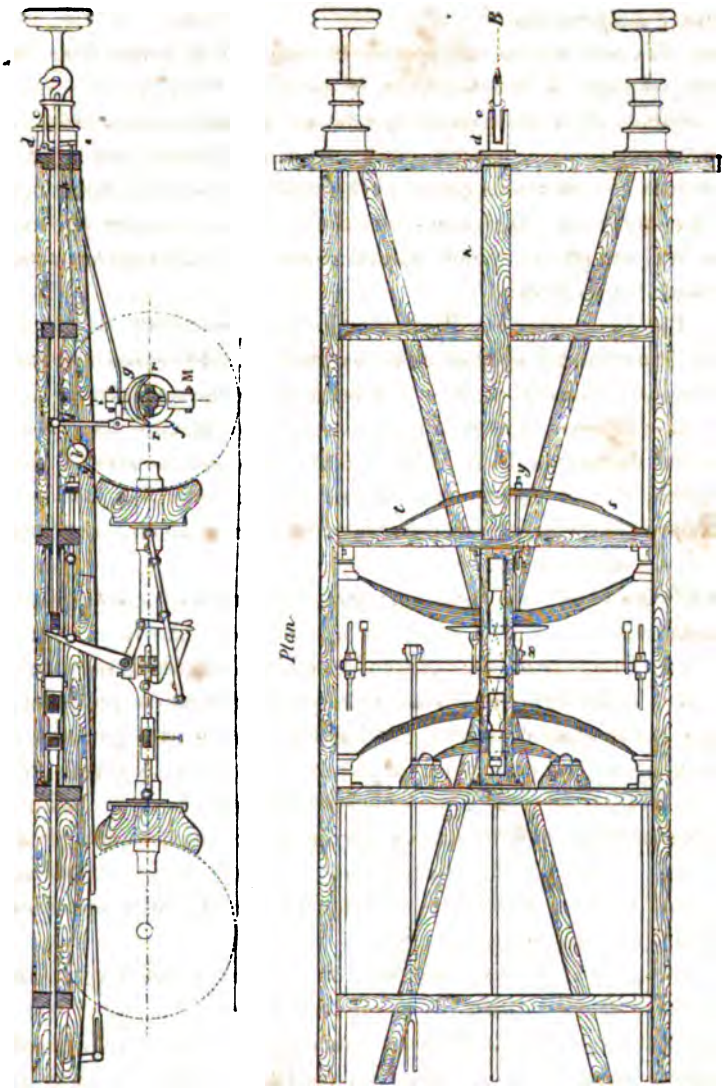


Fig. 462. — Coupe en long. Frein automoteur Guérin. Fig. 463. — Coupe en travers.

ressort de choc. Le frein peut alors se serrer sous l'influence de la rentrée des tampons.

« Au contraire, lorsque le train est au repos ou animé d'une vitesse inférieure à 10 kilomètres, le manchon M est ramené contre l'essieu par deux ressorts en spirale *rr'*; et, dans cette position, il présente au levier *bf* son plus grand diamètre; il laisse ainsi la pièce fourchue *adc* intercalée entre la traverse du châssis et l'embase de la tige de traction. Cette pièce sert alors d'appui au ressort de choc, qui peut remplir ses fonctions ordinaires sans transmettre aucun mouvement au frein.

« Pour compléter l'appareil, il a été placé un ressort de rappel *st*, fixé au moyen d'une tige *xy* à l'un des leviers de l'arbre du frein. Ce ressort, composé de trois feuilles à une tension initiale de 4 à 500 kilogrammes, a pour but de ramener à sa place le ressort de choc en desserrant le frein. Il empêche ainsi que la rentrée des tampons, et, par conséquent, l'action du frein, ait lieu sous une faible pression, comme cela pourrait arriver lorsqu'un train descend une rampe sans vapeur.

« Il y a lieu de remarquer, en outre, que rien n'est modifié dans la manœuvre ordinaire du frein au moyen de sa manivelle, et que l'action de l'appareil automoteur n'exclut pas celle du garde-frein. On peut parer ainsi aux éventualités qui pourraient se présenter.

« C'est au mois de février 1854 que M. Guérin vint proposer à la compagnie d'Orléans son frein automoteur. Malgré quelques imperfections, il fut jugé applicable. Depuis lors ces imperfections ont été écartées, et il fonctionne régulièrement depuis.

« En marche, dès qu'on commence à serrer le frein du tender, les sabots du frein automoteur s'approchent, et quelques secondes suffisent pour qu'il enraye les roues.

« Lorsque, avant de laisser arrêter le train complétement, on desserre le frein du tender, ou qu'on rend de la vapeur pour laisser continuer la marche, le frein automoteur se desserre à l'instant même, et fonctionne de nouveau dès que le frein du tender recommence à agir.

« Avec un train de huit voitures, marchant à la vitesse de 50 à 55 kilomètres, un seul frein automoteur aidé du tender suffit pour

arrêter dans l'espace de 140 à 150 mètres. Il a été reconnu que quatre voitures suffisent derrière un frein automoteur pour le faire enrayer. On devra, dans la composition des trains, tenir compte de cette nécessité, et par conséquent l'on pourra mettre deux automoteurs dans un train de dix voitures, trois dans un train de quinze voitures, et ainsi de suite.

« Les avantages que présente l'appareil de M. Guérin sont assez évidents, il n'est pas nécessaire de les énumérer. Nous avons la conviction qu'il est appelé à rendre de grands services dans l'exploitation des chemins de fer. »

Le frein Guérin, tel que M. Forquenot l'a décrit, possède évidemment les qualités suivantes, qualités précieuses dans un frein appliqué aux wagons d'un chemin de fer :

1° Il peut être manœuvré par le mécanicien. La pression des sabots est considérable, et l'action du frein énergique, lorsque, en cas de nécessité, le mécanicien ralentit en tête aussi brusquement que possible, par les moyens dont il peut disposer, le frein du *tender* et le renversement de la marche[1].

Elle est, au contraire, faible, et le mécamcien peut, jusqu'à un certain point, la graduer, si l'arrêt doit se faire doucement et petit à petit, comme cela arrive toutes les fois qu'on aborde une station desservie par le train;

2° Le mécanicien est maître de la persistance des actions comme de leur intensité;

3° Le frein Guérin se détend et cesse d'agir lorsque le train est arrêté. Le recul peut se faire sans que le frein agisse;

4° Il peut être manœuvré à la main comme le frein ordinaire.

5° Il permet de limiter la vitesse sur les fortes pentes.

[1] Le rapporteur d'essais faits, par ordre du gouvernement, sur le frein Guérin, fait observer qu'on exagère souvent les services que peut rendre la contre-vapeur. Elle est fort utile pour arrêter brusquement une machine ou un train qui marche lentement; mais, à grande vitesse, il ne faut pas trop compter sur elle. Le renversement du levier n'est possible que quand les trains sont soustraits à l'action de la vapeur, de sorte qu'il faut successivement :

1° Fermer le régulateur;

2° Renverser le levier de changement de marche;

3° Rendre la vapeur.

Quelque promptitude que le mécanicien y mette, cette manœuvre entraîne une perte de temps fort grave, à grande vitesse.

Nouveau système. — M. Guérin, tout en conservant la disposition d'ensemble qu'il avait primitivement adoptée pour son frein automateur, a remplacé le manchon, qui quelquefois fonctionnait imparfaitement, par le système représenté ci-contre figure 464.

Le manchon a été supprimé et remplacé par une came. Le pendule oscillant est muni d'un galet qui reste en contact avec la came tant qu'on n'a pas atteint la vitesse de 10 kilomètres à l'heure

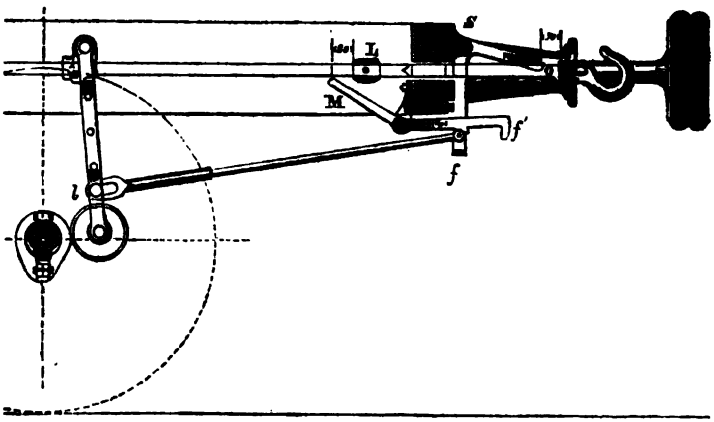


Fig. 464.

et qui la quitte brusquement quand cette vitesse est acquise. En s'éloignant, ce pendule repousse à l'aide de sa tringle la pièce fourchue *fso* (fig. 464), qui retient le crochet de la barre d'attelage, et le verrou *f'*, qui est munie d'un talon d'arrêt, s'abaisse et vient maintenir en l'air la pièce qui empêche le recul de la tige de traction. Au moment du refoulement, le manchon L, fixé sur la tige de traction, vient appuyer sur l'extrémité M du levier coudé de retenue M *f'*, et opère ainsi le déclanchement de telle façon que la pièce fourchue peut s'abaisser et s'opposer au recul de la tige de traction quand le ressort de rappel l'a ramené dans sa position primitive.

Le frein Guérin a été expérimenté sur le chemin d'Orléans, par une commission d'ingénieurs de l'État. Trois automoteurs étaient placés immédiatement après le *tender*. La marche avait lieu confor-

mément au tableau de service, c'est-à-dire à la vitesse moyenne effective de 23^{k},83 à l'heure.

La commission a constaté :

1° Que le mécanicien gouvernait son train avec une grande facilité, arrêtait avec précision, sans hésitation, aux points voulus, et pouvait, en abordant les stations, commencer à ralentir plus tard qu'il ne l'eût fait avec le même nombre de freins manœuvrés par le conducteur ;

2° Que le calage des roues avait lieu presque simultanément pour trois automoteurs successifs, quoique la poussée du train ne pût s'exercer sur le premier qu'en passant par le second et le troisième préalablement calés ;

3° Que l'accumulation en tête de tous les moyens d'arrêt n'entraînait aucune réaction brusque, à tel point que les voyageurs ne s'apercevaient même pas qu'il y eût quelque chose de changé, à cet égard, aux dispositions habituelles ;

4° Que le mécanisme d'embrayage pour le recul fonctionnait d'une manière irréprochable; le mécanicien, ayant, à diverses reprises, reçu l'ordre de dépasser un peu la station, y revenait sans plus de difficultés qu'avec un train pourvu de freins ordinaires.

D'autres essais ont été faits sur le chemin de Paris à Corbeil, avec un train spécial dont on pouvait, à volonté, modérer ou augmenter la vitesse.

Le poids du train brut comprenant celui de la machine et du *tender* étant de 145^{t},30, le nombre des freins automoteurs étant de 3, et le poids de ces freins étant de 30^{t},32, soit 22,78 p. 100 du train remorqué, on indiquait au mécanicien la vitesse approchée à laquelle il devait marcher. L'uniformité établie, un observateur, muni d'un compteur, notait le temps employé à franchir un certain nombre de poteaux télégraphiques : la vitesse étant connue, on donnait au mécanicien le signal du ralentissement en tête, et on observait le temps écoulé et l'espace parcouru jusqu'à l'arrêt.

Voici le résultat des expériences qui ont été faites au chemin d'Orléans :

EXPÉRIENCES.	VITESSE PAR SECONDE.	VITESSE PAR HEURE.	PRESSION DANS LA CHAUDIÈRE.	PROFIL DU CHEMIN.	ESPACE PARCOURU.	TEMPS ÉCOULÉ.	OBSERVATIONS.
	mèt.	kilom.	atm.		mèt.		
1	16,5	60	8	Palier.	390	45″	Rails secs, vent faible.
2	16,5	60	7 1/2	Palier.	400	45″	*Id.*

	tonnes.
Poids de la locomotive et du tender.	36,18
Poid du train remorqué.	77,17
Poids du train brut.	113,55

Nombre des freins automoteurs, 2.

Nombre des freins automoteurs, 20,24, soit 26,23 p. 100 du train remorqué

Le troisième wagon à frein automoteur de la course précédente faisait également partie du convoi, mais sa position en queue (l'avant-dernier) annulait son action.

Le premier frein automoteur était placé derrière le tender; venaient ensuite trois wagons, puis le second frein, suivi lui-même de trois wagons.

EXPÉRIENCES.	VITESSE PAR SECONDE.	VITESSE PAR HEURE.	PRESSION DANS LA CHAUDIÈRE.	PROFIL DU CHEMIN.	ESPACE PARCOURU.	TEMPS ÉCOULÉ.	OBSERVATIONS.
	mèt.	kilom.	atm.		mèt.		
1	16,5	60	6 1/2	Pente de 0,002.	350	35″	Rails secs.
2	16,5	60	6 1/2	Palier.	325	28″	Rails secs.
3	18	65	6	Pente de 0,0005.	275	25″	Rails secs. Contre-vapeur.

Dans ces expériences, sauf la dernière, le mécanicien n'employait, pour ralentir en tête, que les moyens habituels, c'est-à-dire la fermeture du régulateur et le serrage du frein du tender. Dans la dernière il a, de plus, renversé la vapeur.

Attentifs au signal, ayant la main, l'un au régulateur, l'autre à la manivelle du frein, le mécanicien et le chauffeur ne perdaient pas un instant; la manœuvre était faite avec une promptitude qu'il serait impossible de dépasser, et souvent même difficile d'atteindre dans le service. Les résultats qui précèdent doivent donc être regardés comme la limite de ce que peut donner, dans les circonstances indiquées de vitesse et de composition du train et d'état des rails, l'action automatique des tampons mise en jeu par les moyens de ralentissement tels qu'ils sont aujourd'hui.

Le frein Guérin a été appliqué sur une grande échelle aux chemins de fer d'Orléans et de l'Est. Au chemin de l'Est on a

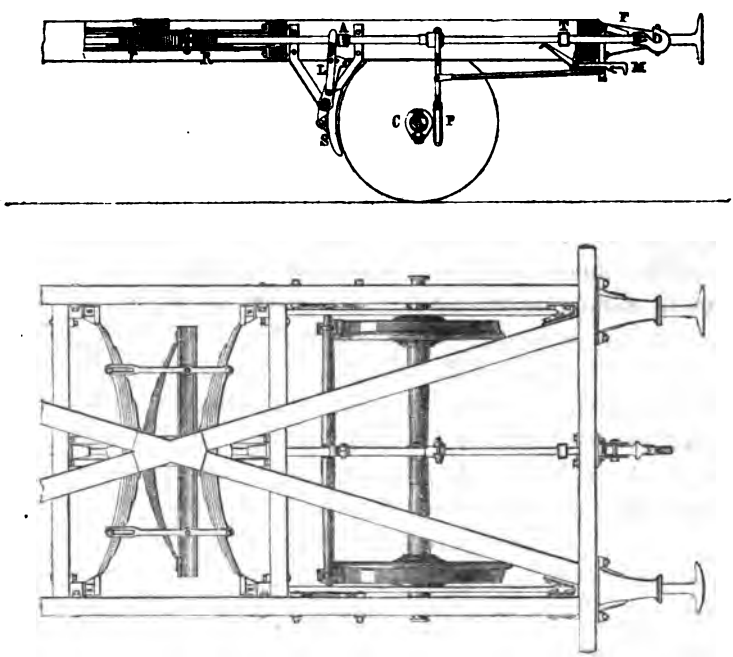


Fig. 465. — Frein Guérin perfectionné.

trouvé que si l'on plaçait plusieurs wagons armés de ce frein à la suite les uns des autres, l'action des ressorts de rappel était tellement violente, qu'elle occasionnait souvent des ruptures de pièces. Pour remédier à ce grave inconvénient on a, au chemin du

Nord, fait agir les sabots de ce frein sur une paire de roues seulement (fig. 433), ce qui a permis de diminuer la tension du ressort de rappel, et on a placé des freins Guérin de ce genre sur tous les wagons de trains de 1re classe.

Freins automoteurs américains et allemands. — Des freins automoteurs qui ont quelque analogie avec le frein Guérin ont été employés aux États-Unis et en Autriche. Le frein américain, qui ne nous est qu'imparfaitement connu, paraît satisfaire aux mêmes conditions que le frein Guérin.

Quant au frein allemand, inventé par M. Reiner, il présente ce grave inconvénient de nécessiter un déclanchement opéré à la main, wagon par wagon, après l'arrêt.

Certains freins (le frein bavarois, par exemple, et le frein de M. Cochot) portent le nom de *freins de détresse*, parce que, le travail de serrage étant produit par le déclanchement d'un poids, leur effet est invariable ; ils donnent tout ou rien. Ces freins, tout à fait impropres aux conditions du service courant, ne dispensent pas de l'emploi des freins ordinaires. Nous avons déjà dit que nous ne saurions approuver l'emploi habituel des appareils de sûreté de ce genre, introduits uniquement en vue d'éventualités heureusement fort rares.

Frein Molinos et Pronnier. — Au chemin de fer de Lyon à la Croix-Rousse, la pente étant supérieure à 0,16 par mètre, les ingénieurs de ce chemin, MM. Molinos et Pronnier, ont dû étudier un matériel spécial et surtout un frein assez énergique pour arrêter sur une pareille pente un train, si par malheur le câble venait à se rompre. Voici du reste le problème que s'étaient posé les ingénieurs : faire un frein capable d'arrêter les véhicules sur la pente, sans secousse dangereuse pour les voyageurs, et de plus assurer le fonctionnement de l'appareil par le fait même de la rupture du câble, afin qu'il ne fût pas subordonné à l'exactitude ou au sang-froid d'un agent.

Deux systèmes de frein ont été employés (fig. 466, 467, 468 et 469).

Le premier a pour but l'enrayage des roues. Il se compose de quatre freins à bandes qui entourent une saillie latérale intérieure venue de forge sur la jante du bandage. Chaque bande est arti-

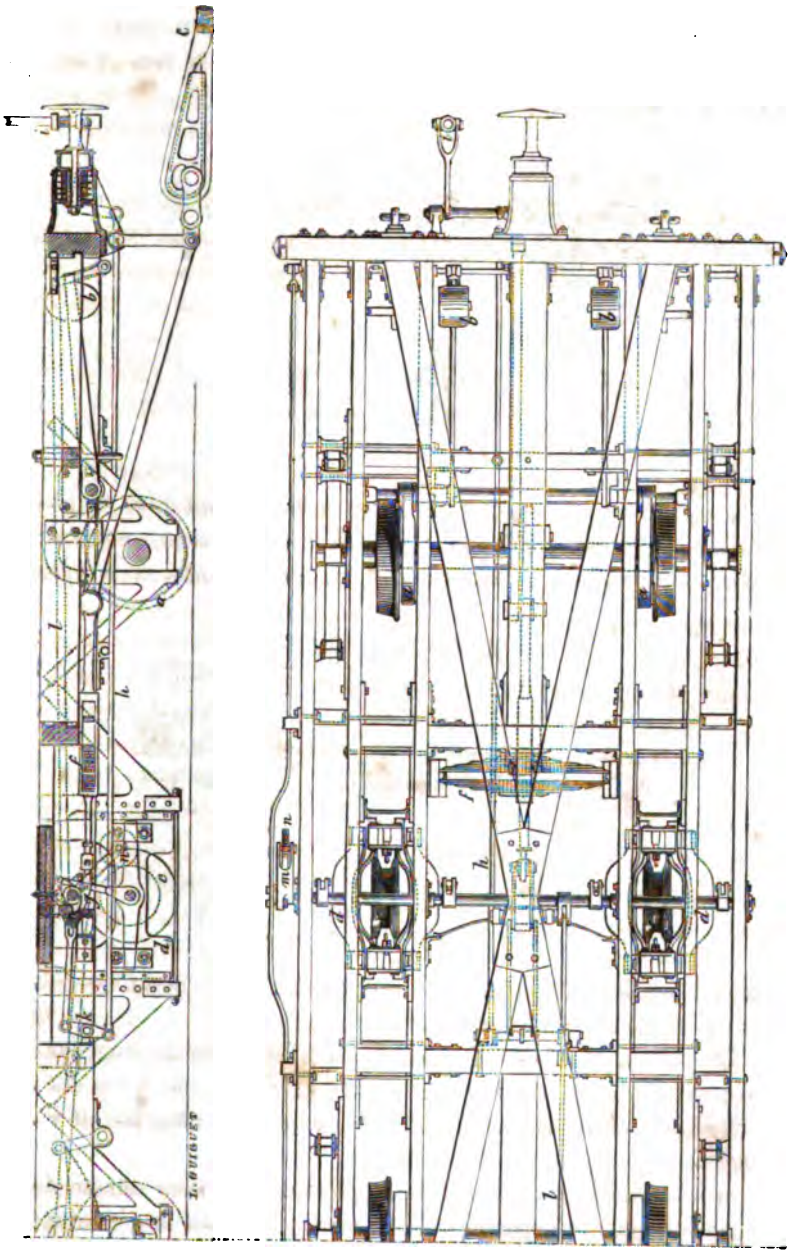


Fig. 466. — Coupe en long. Frein Molinos et Pronnier. Fig. 467. — Plan.

culée avec un levier portant à son extrémité un contre-poids qui en s'abaissant fait serrer la bande sur la saillie de la roue et enraye énergiquement.

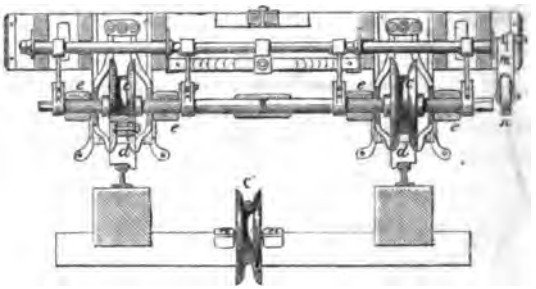


Fig. 468. — Coupe en travers.

Le second système se compose d'un arbre portant à ses extrémités deux appareils identiques. Chacun d'eux consiste essentiellement en une poulie à gorge conique, calée sur l'arbre, et en deux

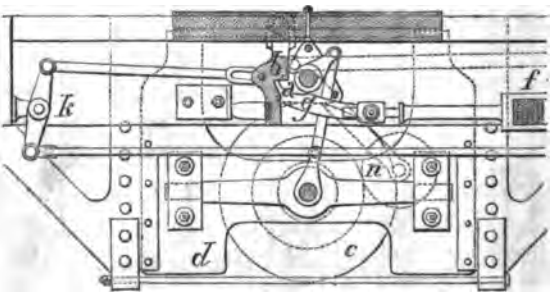


Fig. 469. — Appareil de déclanchement.

fortes mâchoires d'étau au travers desquelles l'arbre passe avec un jeu convenable.

Chaque mâchoire est reliée à une pièce en forme de joug, formant écrou en son centre ; ces écrous se vissent sur les parties filetées de l'arbre de chaque côté de la poulie : les deux pas de vis sont en sens contraire.

Si le câble casse ou si sa tension diminue et devient voisine de la tension initiale du ressort de traction, celui-ci en se détendant

pousse une lame qui soutient l'ensemble de l'appareil suspendu : l'appareil tombe sur le rail, et la poulie à gorge conique l'embraye énergiquement. La wagon continuant à descendre, la poulie tourne avec la vis et rapproche les mâchoires de l'étau; ces dernières, en serrant le champignon du rail, produisent un frottement calculé de manière à arrêter le véhicule.

La chute de ce frein provoque celle des contre-poids des freins à bandes.

Le wagon de tête du train est seul muni d'un ressort de traction. Pour assurer le fonctionnement des freins du second wagon, la lame qui soutient le frein à mâchoires est reliée, au moyen d'une tige, d'un tendeur et d'une manivelle, à l'arbre de support du premier frein, de manière que, le premier frein tombant, sa chute entraîne forcément celle du second frein, et ainsi de suite.

Enfin, pour plus de sécurité, ces freins peuvent encore être mis en jeu par un mécanisme tout à fait indépendant du premier, manœuvré du wagon de tête par le garde-frein. Une vis agissant par l'intermédiaire d'un levier et d'une tige sur la lame supportant le frein, peut aussi en provoquer la chute.

Chaufferettes. — On emploie pour le chauffage des voitures de 1re classe des caisses en métal remplies d'eau bouillante. Au chemin de Rouen, elles sont carrées et logées sous les pieds des voyageurs dans des compartiments spéciaux ménagés au bas des caisses des voitures. Aux chemins d'Orléans, du Nord, de Lyon et de Strasbourg, on s'est servi de caisses cylindriques rondes ou ovales posées simplement sur le plancher. Ces caisses étaient en tôle rivée et enveloppées d'un tapis en moquette. Les chaufferettes carrées se déforment facilement et se refroidissent vite. Les pieds ne touchent les chaufferettes rondes que par une arête. On les remplace au chemin de Strasbourg par des chaufferettes elliptiques, et on supprime l'enveloppe en moquette.

Matériel articulé de M. Arnoux. — Après avoir décrit le matériel en usage sur toutes nos grandes lignes, nous devons faire connaître celui qui est employé par M. Arnoux sur le chemin de fer de Sceaux, et au moyen duquel on passe librement dans les courbes du plus petit rayon. Nous dirons par quelles raisons on

n'a pu, jusqu'à présent, l'appliquer avec avantage au service de nos grandes lignes.

Matériel primitif. — Les voitures de M. Arnoux, construites dans l'origine pour le chemin de Sceaux, ont été modifiées essentiellement par M. Arnoux fils. Bien que ces anciennes voitures

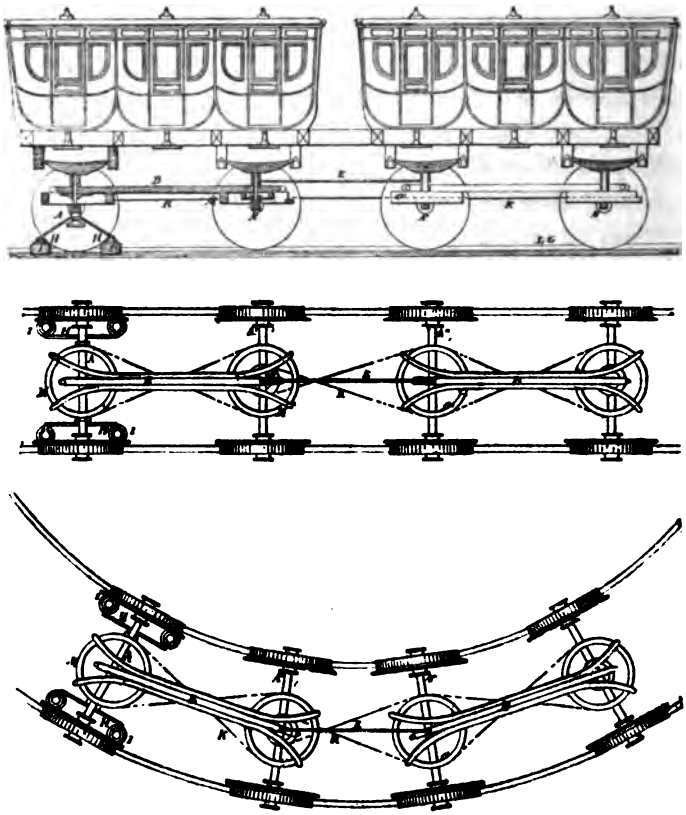


Fig. 470. — Voitures Arnoux, ancien système.

soient aujourd'hui abandonnées, nous croyons utile d'en reproduire d'abord la description, ne fût-ce que pour ajouter une nouvelle page à l'histoire des découvertes.

Les voitures de M. Arnoux présentaient des dispositions qui diffèrent complétement de celles des vagons ordinaires.

Les trains de ces voitures, dont la construction a une grande analogie avec celle des voitures en usage sur les routes, se composent d'un avant-train et d'un arrière-train semblable au premier (fig. 470). Chaque essieu A, traversé par une cheville ouvrière, n'a que la liberté de tourner horizontalement sur cette cheville. Les roues, montées à boîtes patentes et cylindriques, sont libres sur les fusées.

L'avant-train et l'arrière-train sont réunis par une flèche B traversée par les chevilles ouvrières partant des lisoirs, sur lesquels sont placés les ressorts.

Les voitures sont unies entre elles par une tringle rigide E, traversée par la cheville ouvrière de l'arrière-train de la voiture qui précède et par celle de l'avant-train qui suit.

Sous l'essieu d'avant-train de la première voiture se trouve une traverse qui passe dans deux brides, lesquelles imposent à l'essieu et à la traverse un parallélisme rigoureux. Cette traverse est terminée à chaque extrémité par une fourche dont les branches H, descendant à la hauteur des rails, portent quatre galets I qui touchent à peine les rails et donnent sans effort à cette traverse, et par suite à l'essieu, la direction normale au chemin.

De cet essieu A la direction symétrique est communiquée à l'essieu A′ de la même voiture au moyen d'une chaîne K croisée et passée sur deux poulies M fixées à chaque essieu et d'égal diamètre.

De la première à la seconde voiture la traction s'opérant par la tringle E, la direction est communiquée au premier essieu A″ de cette deuxième voiture par une chaîne croisée K, laquelle passe, d'une part, sur une poulie N fixée à la flèche de la première voiture et traversée par la cheville ouvrière de l'arrière-train, et d'autre part sur une poulie O′, d'un diamètre double, fixée à l'essieu de l'avant-train de la deuxième voiture et également concentrique avec la cheville ouvrière. Et ainsi de suite, d'essieu à essieu, et de voiture à voiture.

On voit (fig. 471) qu'en communiquant de cette manière simultanément l'inflexion contraire aux deux essieux d'une même voiture, le second prend l'obliquité un peu avant son entrée dans la

courbe, et qu'en transmettant la direction aux essieux de la deuxième voiture par la flèche de la première, ces essieux la reçoivent un peu avant que cela ne doive avoir lieu[1].

Il eût été plus convenable que cette direction normale à la courbe à parcourir ne se communiquât à chaque essieu qu'au fur et à mesure de son entrée dans cette courbe, et l'on y serait arrivé en plaçant sous chaque essieu l'appareil directeur indiqué pour le pre-

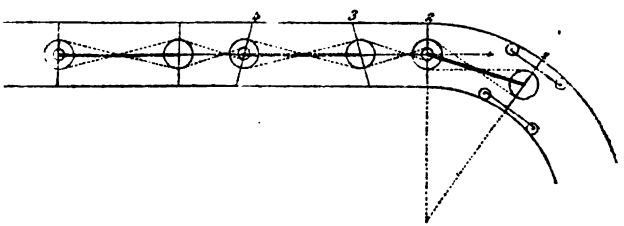


Fig. 471. — Position des essieux dans l'ancien système.

mier des essieux du convoi ; mais, outre que cela eût compliqué considérablement le système, on eût perdu l'avantage de la solidarité d'essieu à essieu et de voiture à voiture.

« L'obliquité dont il s'agit, dit M. Poncelet dans un rapport à l'Académie, soulève contre le système Arnoux une objection que nous avons cru devoir signaler, et qui consiste en ce que, d'une part, cette obliquité engendre un léger frottement de glissement contre les rails, d'une autre, qu'elle donne lieu à une tendance des roues de l'arrière-train à les surmonter ; circonstance tout à fait analogue à celle qui se présente pour le système ordinaire, dans les

[1] La note suivante fournit la démonstration du principe sur lequel est fondé le mode de transmission du mouvement.

Soit *ab* (fig. 472) la flèche qui unit les deux essieux *tt* et *ss* d'une voiture, soit *bc*. la flèche d'une deuxième voiture avec ses essieux *ss* et *tt*.

Supposons un instant qu'il soit possible de supprimer l'espace qui sépare les voitures. le premier essieu *ss* de la deuxième voiture *bc* sera superposé au deuxième essieu *ss* de la deuxième voiture *ab;* dans cette position, les deux voitures sont en ligne droite. tous les essieux sont perpendiculaires aux flèches.

Si du point *o*, comme centre, on fait passer une circonférence par les points *a* et *b*. et si l'on considère la première voiture placée sur cette courbe, les essieux *tt*, *ss*. devront prendre la direction *t't'o* et *ss'o'*.

Supposons qu'on passe au train *bc*. de la deuxième voiture, la même position sur la

tournants, à cela près qu'ici l'obliquité, la déviation des roues, se fait d'une manière progressive et ne dure qu'un instant pour ainsi dire imperceptible ; car sa période d'accroissement et de décroissement se trouve accomplie, pour chaque voiture, aussitôt que l'arrière-train atteint, à son tour, la portion courbe du chemin : elle n'a jamais lieu que pour trois essieux consécutifs du convoi, et elle ne se reproduit, en sens inverse, que quand les avant-trains quittent successivement la direction curviligne de ce chemin pour rentrer dans une portion rectiligne. Enfin, ces déviations, toujours fort légères, résultat nécessaire du changement brusque de courbure de la voie, peuvent être atténuées à volonté, au moyen d'un tracé convenable. »

Matériel perfectionné. — Le système Arnoux, tel que nous venons de le décrire, ne laisse pas que d'être assez compliqué, et ne

courbe, *bc* devient *b'c'* et l'essieu *sbs* devient *s'b's'*, c'est-à-dire se confond avec le premier, auquel il était déjà superposé dans la première position.

Si, au point *b*, on mène la tangente *bl*, on trouve que dans ce mouvement l'essieu *bs* a décrit un angle *sbs'* égal à l'angle *cbl* ; mais l'angle *cbl* est la moitié de langle

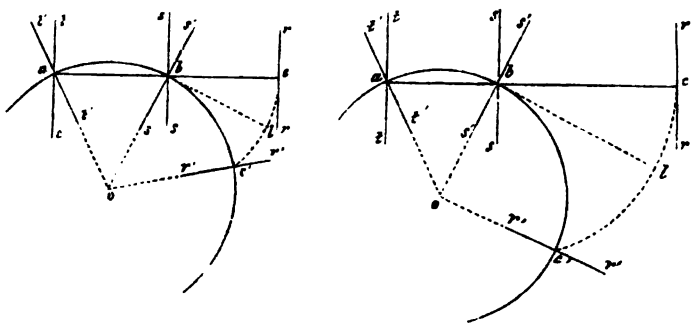


Fig. 472.

cbc' décrit par la flèche de la deuxième voiture, et, comme d'ailleurs cette direction ne peut varier, quelle que soit la distance qui sépare les deux voitures, il en résulte que si l'on considère deux voitures consécutives, et qu'on suppose qu'au moment où la première entre dans une courbe elle puisse communiquer aux essieux de la voiture qui la suit un angle moitié de celui que décrit la flèche, ou l'axe de cette première voiture, les essieux de la deuxième auront pris une position normale à la circonférence.

Dans le cas où les flèches des voitures n'auraient pas la même longueur (fig. 44), *ab* étant la première et *bc* la deuxième, on trouverait que les angles décrits par les essieux seraient aux angles décrits par les flèches : : *cbl* : *cbc'*.

permet de marcher à reculons qu'en modifiant la disposition des disques et des chaînes. M. Henri Arnoux fils l'a considérablement simplifié et a rendu facile la marche dans les deux directions.

Dans ce dernier matériel, les galets directeurs, les essieux et les roues mobiles, ainsi que les timons rigides, ont été conservés ;

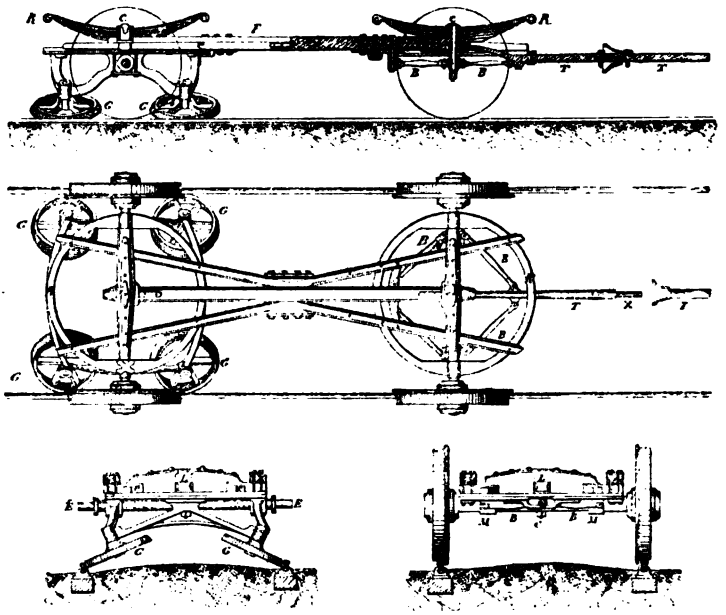


Fig. 473. — Système Arnoux modifié.

mais les chaînes croisées et les disques qu'elles enveloppaient ont été supprimés ; chaque essieu est dirigé par un appareil très-simple, représenté figure 441 [1].

MM sont des manchons qui enveloppent les essieux en glissant sur eux dans le sens de l'axe.

BB représentent quatre bielles égales entre elles, disposées en losange dans le plan horizontal qui passe par l'axe de l'essieu et de manière que celui-ci en forme une des diagonales.

[1] *bg* et *hf* (fig. 474) étant les directions primitives du timon et de l'essieu, *ba* et *bc* sont les directions nouvelles. Il est facile de prouver que l'angle *dba* est partagé en deux parties égales par la droite *bc*.

Ces bielles sont fixées à charnières par leurs extrémités, savoir : les deux intérieures à la flèche et aux manchons MM, les deux extérieures aux mêmes manchons et au timon T.

Le timon et la flèche étant en ligne droite, les essieux sont tous parallèles entre eux et perpendiculaires à cette ligne droite ; mais, si le timon et la flèche viennent à s'incliner l'un sur l'autre, de manière à former un angle quelconque, ce qui arrivera quand on parcourra une courbe, l'essieu divisera cet angle en deux parties égales, comme l'indique la figure 475.

Cette direction sera normale à la courbe parcourue : condition nécessaire pour éviter les frottements de glissement et les chances de déraillement.

Le système Arnoux est certainement le plus remarquable qu'ait produit dans ces derniers temps le génie des inventeurs appliqué aux chemins de fer, et l'Académie en a dignement récompensé l'auteur en lui accordant le grand prix de mécanique.

On a adressé toutefois au système Arnoux plusieurs reproches,

En effet, *bc* est un côté commun aux deux triangles *bac*, et *bcd* $ba = bg = bd$, et *ae*, côté du parallélogramme, $= de$, autre côté ; donc les deux triangles *bac* et *bcd* ont les

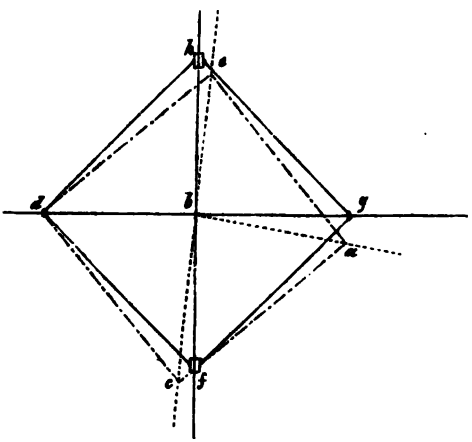


Fig. 474.

côtés égaux, donc ils sont superposables ; donc l'angle *cba* = l'angle *dbc*, c. q. f. d.
On prouverait également sans difficulté que l'angle *gba* = deux fois l'angle *fbc*.

dont le principal consiste dans la difficulté que l'on éprouve à l'appliquer à des machines puissantes. Avec le matériel articulé, en effet, il paraît impossible de lier toutes les roues de la machine par des bielles, de manière à obtenir une grande adhérence, et, ne pouvant obtenir une grande adhérence, on ne peut développer une grande puissance.

Il est vrai que M. Arnoux est parvenu à construire des machines à quatre roues couplées passant dans les courbes du chemin de Sceaux ; mais ce sont là des machines mixtes d'une puissance insuffisante pour remorquer des trains de marchandises très-chargés ou pour remonter de fortes rampes avec des poids moins considérables. Il resterait à pouvoir construire pour les courbes du

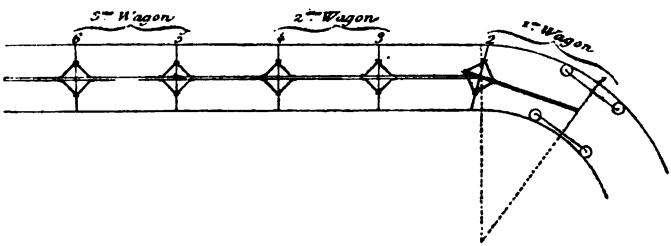


Fig. 475. — Position des essieux dans le nouveau système.

chemin de Sceaux des machines à huit roues couplées comme celles du chemin d'Orléans, ou à deux paires de six roues couplées comme celles du chemin du Nord. Le problème n'est pas encore résolu [1].

Il est d'autant plus important de pouvoir employer des machines d'une certaine puissance avec le matériel articulé, que la solidarité des voitures nécessite un accroissement d'effort au moment du départ.

Voici comment s'exprime le rapporteur de l'Académie au sujet de cette solidarité :

[1] Les machines à quatre cylindres de M. Petiet ont passé dans des courbes de 80 mètres de rayon, mais il est douteux qu'elles fassent un bon service dans des circuits aussi prononcés, et les courbes du chemin de Sceaux n'ont quelquefois que 25 mètres de rayon.

« Quoique le motif fondé sur l'influence de l'inertie, lors du premier ébranlement, n'ait d'importance que sous le rapport de la durée plus ou moins grande de l'action motrice et quoique les expériences de Coulomb, confirmées depuis par celles de M. Morin, tendent à prouver que le frottement des substances métalliques est le même à l'instant du départ qu'à l'état de mouvement, on doit cependant admettre que le système des wagons, par suite de la flexibilité et des inégalités de la voie, ou d'une cause d'adhérence accidentelle quelconque, peut, dans beaucoup de cas, offrir une résistance initiale moyenne, supérieure à la résistance moyenne, même en y comprenant celle de l'air, et sous ce point de vue nous accordons volontiers qu'il y ait de l'avantage à rendre les voitures indépendantes au moyen de chaînes de tirage. »

Toutefois l'attelage au moyen de chaînes présenterait, suivant le savant auteur du rapport, des inconvénients plus graves encore, et l'on ne saurait objecter sérieusement au système Arnoux l'emploi des barres rigides. Les ingénieurs ne partagent pas cette opinion ; ils ont, à la vérité, renoncé aux chaînes, mais ils les ont remplacées par les tendeurs décrits page 521, et non par des barres rigides.

On a reproché au système Arnoux sa complication et la gêne qui pouvait en résulter pour le service ainsi que l'accroissement des frais d'entretien. M. Arnoux a déjà répondu en grande partie à ce reproche par la simplification importante qu'il a introduite dans la construction de son matériel.

On a dit encore avec raison que, quel que soit le système employé, l'existence de petites courbes dans le tracé d'un chemin de fer devient toujours dangereuse quand on veut marcher à de grandes vitesses.

Tout récemment M. Arnoux a essayé de supprimer les galets, qui nécessitent des modifications dans les changements de voie ordinaires. Il a, dans ce but, réuni l'essieu d'avant à celui d'arrière par des tringles en diagonales articulées avec les essieux. Le bourrelet d'une des roues d'avant en entrant dans la courbe force l'essieu d'avant à se diriger suivant le rayon, et l'essieu d'avant, au moyen de tringles en diagonale, oblige l'essieu d'ar-

rière à prendre également la direction du rayon. On a essayé ce système au chemin de Sceaux, mais le boudin des roues dans les courbes de petit rayon de ce chemin a été fortement attaqué, soit que l'expérience n'ait pas été faite dans les meilleures conditions, soit pour toute autre cause. On ne saurait donc se prononcer dès à présent sur son efficacité. Des nouvelles expériences ordonnées par la compagnie d'Orléans éclairciront ces doutes.

Emploi du matériel articulé sur les chemins à courbes de grand rayon. — M. Arnoux a proposé d'employer son matériel articulé pour les trains légers, marchant à de grandes vitesses sur les lignes déjà construites avec des courbes de grand rayon, dans le but de diminuer l'usure des roues et l'effort de traction au passage des courbes. L'essai en a été fait sur le chemin de fer du Nord, et sur celui d'Orléans; il a été observé dans cet essai au chemin de fer d'Orléans : 1° que les voitures de ce système étaient moins douces que les autres, que l'attelage rigide nuisait à la souplesse du mouvement des véhicules, et, de plus, que la disposition de la rondelle en bronze qui seule fixe les boîtes, et par suite les roues sur l'essieu, est une source de chauffages et de dangers, puisque cette pièce, faite de demi-circonférences réunies entre elles par des boulons, peut se rompre, et, en tout cas, donne lieu à un frottement assez considérable.

2° Que les fusées fixes, ne s'usant que sur l'une de leurs génératrices et fonctionnant à l'inverse de ce qui se passe aujourd'hui, devront être trop fréquemment retouchées, que les pertes d'huile sont constantes, et qu'il n'existe aucun moyen de s'assurer que les fusées sont bien lubrifiées.

On a dit enfin qu'un semblable système ne pouvait être appliqué à un grand nombre de wagons, puisqu'il est impossible de s'assurer de l'état des pièces qui le composent sans passer sous le wagon pour les examiner.

M. Delannoy, ancien élève de l'École centrale, ingénieur du chemin de Sceaux, a corrigé une partie des défauts que nous venons de signaler de la manière suivante :

Les deux dernières rondelles ont été supprimées, comme l'indique la fig. 476; la roue se trouve maintenant sur son essieu

entre le collet C et la rondelle fixe K, contre laquelle vient se fixer l'écrou E; cette roue est donc parfaitement encastrée et roule librement sur sa fusée.

Quant à ce qui est du système de graissage, M. Delannoy y a remédié au moyen du réservoir C venu dans l'écrou, lequel est mis en communication avec la fusée par le trou B.

Perpendiculairement et au-dessus du conduit B sont percés deux autres trous *b* et *b*, destinés à livrer le passage libre aux mèches H

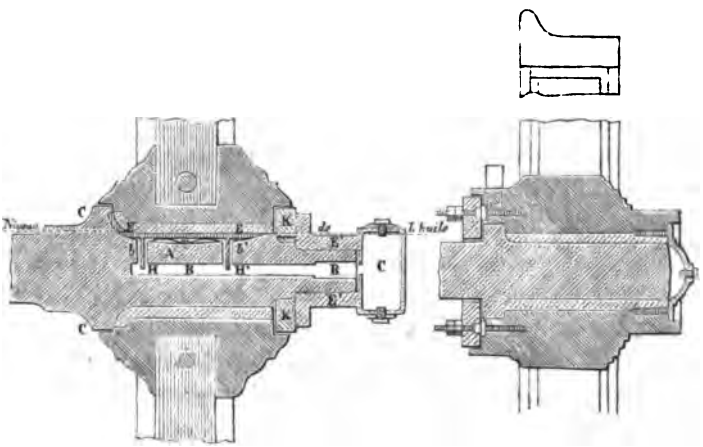


Fig. 476.

et H. La partie supérieure de la fusée A est légèrement évidée pour recevoir une bande de feutre E, laquelle est maintenue sur la fusée à l'aide de vis; de plus, un petit ressort l'oblige à venir frotter la boîte.

Le réservoir C est au niveau de la fusée, de telle sorte qu'il n'y a charge d'huile dans aucun cas, et par suite aucune perte dans l'alimentation par les joints extérieurs, l'huile ne pouvant jamais s'élever plus haut que la face supérieure de la fusée. Si donc on remplit d'huile le réservoir, celle-ci arrive par les conduits au feutre, lequel se trouve spontanément imbibé, puisque le niveau du réservoir et celui de la fusée sont sur la même ligne horizontale, d'où résulte un graissage à la fois rapide et sûr.

Nouveau wagon avec essieux libres ou fixes à volonté. — Le système Arnoux a sur le système américain, qui permet également de passer dans les courbes de petit rayon, l'avantage de se prêter à de grandes vitesses, incompatibles avec le système américain. On pourrait par conséquent, sur des lignes de premier ordre, qui traversent des pays de montagnes au moyen de courbes de très-petit rayon, comme celle de Vienne à Trieste, employer le système Arnoux, en marchant à grande vitesse dans la plaine, et à petite vitesse au passage des montagnes.

Mais encore faudrait-il, dans ce cas, que le convoi ne renfermât que des wagons articulés, ce qui serait une grande sujétion. M. Arnoux, pour lever cette difficulté, a construit un nouveau modèle de wagon [1], dont on rend les essieux parallèles et les tampons mobiles, comme les essieux et tampons des wagons ordinaires, pour le service sur les voies ordinaires à grandes courbes, et auquel on donne, pour le passage des voies à petite courbure, toute la flexibilité du système articulé avec la plus grande facilité. Ce wagon peut être ainsi introduit dans la composition des trains formés pour la plus grande partie de wagons ordinaires, aussi bien que dans celle des trains formés uniquement de wagons articulés.

Grâce à ces perfectionnements successifs que M. Arnoux, aidé de ses collaborateurs, avec une habileté et une persévérance dignes des plus grands éloges, a apportés successivement à son système primitif, la plupart des objections qui ont été faites au système articulé ne subsistent plus. Toutefois, toutes les grandes Compagnies consultées lors de l'enquête ont répondu que le matériel articulé est trop compliqué pour être employé avec avantage. — Elles lui ont reproché de rendre les mouvements de gare très-difficiles, et aussi de ne pas permettre l'emploi de locomotives très-puissantes.

Roues folles essayées au chemin d'Orléans. — Au chemin d'Orléans on a essayé, pour faciliter le passage des courbes, de tendre une seule des roues folles sur l'essieu, en conservant cepen-

[1] Nous donnerons, dans l'Appendice, la description complète de ces wagons, dont nous ne possédons pas encore les dessins, et nous ferons mention d'expériences qui viennent d'être faites sur le chemin de Sceaux par M. Bertera, pour marcher dans de petites courbes avec des essieux parallèles et des roues mobiles sur l'essieu.

dant le parallélisme des essieux; la figure 477 montre une de ces roues et son mode de graissage. On y a bientôt renoncé parce qu'on a reconnu que ces roues, qui fonctionnent bien dans l'origine, ne

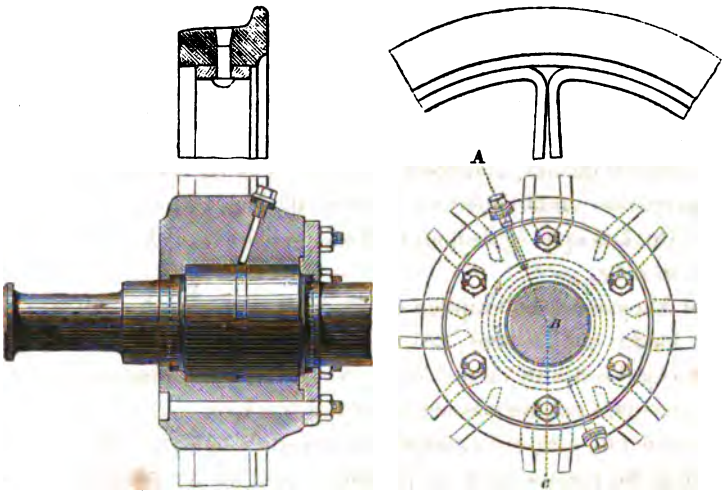


Fig. 477.

tardaient pas à se renverser par suite de l'usure du moyeu de la roue folle.

CAHIERS DES CHARGES POUR LA FABRICATION DES VOITURES.

Les cahiers des charges pour la fabrication des voitures doivent contenir, en ce qui concerne l'exécution des modèles, les réceptions, les garanties, les payements, la défense de sous-traiter, et la constitution d'un tribunal arbitral en cas de contestation, les mêmes clauses que les cahiers des charges pour les rails, pour les coussinets, pour les changements de voie et pour les plaques tournantes.

Il nous reste à passer en revue les différentes conditions qui leur sont particulières.

La fabrication des roues, des essieux, des ressorts, des châssis et des caisses de voitures, n'est pas ordinairement confiée à un seul et même établissement.

Les roues, les essieux et les boîtes à graisse proviennent des forges et des fonderies, tandis que le châssis, la caisse et quelquefois les ressorts des voitures de voyageurs sont commandés aux grandes carrosseries.

Quant aux caisses de wagons de terrassement ou de wagons de marchandises, elles peuvent être fabriquées avec économie et toute la perfection désirable par de simples charpentiers.

Essieux. — Les essieux doivent être composés de barres de fer de première qualité, corroyées ensemble. Ces barres doivent avoir été préparées entièrement au charbon de bois et forgées au marteau. On fabrique également de bons essieux avec des fers fabriqués au coke.

En Allemagne, on emploie depuis quelque temps des essieux en acier fondu, qui donnent, dit-on, pleine satisfaction.

Quelques-unes au moins des barres qui doivent composer l'essieu et les essieux eux-mêmes subissent une épreuve.

Souvent on essaye les essieux des voitures employées sur les chemins de fer comme ceux de l'artillerie, soit en les posant sur des appuis dont l'écartement est constant, et en laissant tomber la barre elle-même horizontalement, d'une certaine hauteur, sur des blocs de métal ; mais, comme ces essais fatiguent beaucoup les essieux, on n'y soumet qu'une petite portion de chaque livraison prise au hasard, et l'on ne saurait employer, sans quelque imprudence, les essieux ainsi éprouvés.

Sur le chemin de fer de Paris à Strasbourg, on procède différemment : chaque essieu étant forgé avec un excédant de longueur de 25 à 30 centimètres, on rogne les bouts en les entaillant à froid, de manière à en déterminer la rupture, et on les brise au marteau. Par ce moyen, on peut, non-seulement apprécier la résistance du fer, mais encore en examiner la texture et s'assurer de sa qualité.

Ces fragments, marqués au nom du fabricant et au numéro de l'essieu dont ils proviennent, sont conservés comme pièces justificatives de la bonne qualité des fers employés et comme moyens d'observations ultérieures. On a quelquefois trempé les fusées en paquet, mais on y a renoncé parce qu'elles devenaient alors trop fragiles et n'étaient plus dans le prolongement de l'axe de l'essieu.

Le nouveau cahier des charges exige que les essieux présentent sur toute leur longueur une cassure à grain fin. — De plus on demande que l'essieu soumis au choc d'un mortier prenne une flèche de 0.25 dans un sens, soit redressé et recourbé en sens inverse jusqu'à ce qu'il prenne la même flèche et cela sans présenter de crique.

Coussinets. — En Prusse on emploie des coussinets de compositions très-variées. Ainsi sur les chemins de Berlin-Potsdam, Breslau-Fribourg, Aix, Maëstricht et Cologne-Minden, on se sert de coussinets en métal rouge dont la composition est de 74 à 80 pour 100 de cuivre allié avec de l'étain et même quelquefois avec du plomb et du zinc.

D'autres chemins, tels que ceux de Westphalie, Magdebourg, Halberstadt, Saarbruck, Aix, Düsseldorf et Berg-Mark, ont conservé pour les véhicules qui sont chargés de plus de 3,75 tonnes les coussinets en composition rouge et adopté pour les wagons d'une moindre capacité l'alliage blanc avec 75 à 85 pour 100 d'étain, 5 à 11 pour 100 de cuivre et de 10 à 17 pour 100 d'antimoine.

Enfin des chemins en assez grand nombre, ceux de Berlin-Anhalt, Silésie supérieure, Neisse à Brig, Magdebourg-Leipzig-Rhénan, raccordement de la Silésie inférieure, Silésie inférieure, Mark, donnent la préférence au métal blanc pour toutes les charges, la proportion d'étain variant de 82 à 91 pour 100, celle de cuivre de 3 à 6 pour 100, et celle d'antimoine de 6 à 12 pour 100. L'alliage préféré contient 85 d'étain, 5 de cuivre et 10 d'antimoine.

Les coussinets qui ont le plomb pour base ont été employés sur cinq chemins de fer, et paraissent se bien comporter quand ils sont maintenus dans un état de lubrification satisfaisant, mais ils souffrent aussitôt qu'ils marchent à sec et ont été souvent remplacés par une composition à base d'étain.

Le plomb est préféré à l'étain pour les faibles charges, l'étain est conservé pour les charges plus fortes.

La plupart des alliages de plomb contiennent de 80 à 85 pour 100 de plomb et de 15 à 20 pour 100 d'antimoine.

Au chemin de Berlin-Hambourg on se sert d'un alliage renfermant 20 pour 100 d'étain, 60 pour 100 de plomb et 20 pour 100 d'antimoine, au chemin de Berlin-Stettin d'un alliage composé de

42 pour 100 de plomb, 42 pour 100 d'étain et 16 pour 100 d'antimoine.

Un seul chemin, celui d'Aix à Maëstricht, possède des coussinets en cuivre doublés de métal blanc.

Il est essentiel, lorsqu'on emploie du bronze pour les coussinets, de le soumettre à l'analyse. Nous avons indiqué plus haut quelle devait être sa composition.

Boîtes à graisse. — Les boîtes à graisse doivent être en fonte de bonne qualité et parfaitement semblables au modèle fourni par l'ingénieur au fabricant.

Roues. — Les roues doivent être parfaitement centrées sans le secours des clavettes, ce qui ne peut se faire qu'autant que le moyeu est alesé.

On reconnaît à la réception que les roues tournent bien rond, en posant l'essieu sur deux coussinets fixes, le faisant tourner, et plaçant une pointe fixe à une petite distance de la roue.

Si la roue est bien centrée, cette distance doit rester invariable.

On reconnaît de la même manière, en plaçant le style fixe derrière la roue et perpendiculairement à son plan, que ce plan n'incline dans aucun sens sur la direction de l'essieu.

L'ingénieur doit se montrer extrêmement sévère sur la qualité du fer dont est composé le cercle à rebords ou bandage. Pendant longtemps il a été difficile de s'en procurer qui joignît la dureté à la ténacité nécessaire.

Plusieurs usines en fabriquent maintenant d'excellente qualité ; mais on leur préfère assez généralement les bandages en acier puddlé ou en acier fondu. Anciennement tous les bandages étaient recourbés sur les roues et soudés à leurs extrémités. Aujourd'hui MM. Petin et Gaudet et d'autres fabricants les livrent sous forme de cercle du diamètre de la roue sur laquelle on les emmanche.

On a exigé que les bandages fussent tournés à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur, afin qu'ils s'appliquassent bien exactement sur le faux cercle ; mais on les fabrique aujourd'hui avec une telle précision, qu'il est devenu inutile de les tourner intérieurement.

L'ingénieur doit fixer son attention sur le plus ou moins de soin apporté dans l'assemblage du bandage avec le cercle intérieur au

moyen de rivets. Nous avons vu sur un grand nombre de roues des cercles se détacher, parce que les rivets n'étaient pas suffisamment coniques, ou parce qu'ils ne l'étaient pas sur toute l'épaisseur du cercle.

Quand les roues sont envoyées de l'usine calées sur les essieux, il faut s'assurer que le calage a été fait avec soin. Des roues mal calées peuvent, en se détachant de l'essieu, occasionner de graves accidents.

L'alesage du moyeu et le tournage de l'essieu doivent être faits sur calibre avec la plus rigoureuse exactitude; le serrage doit être tel, qu'il faille un effort d'environ 40,000 kilogrammes pour faire pénétrer l'essieu dans le moyeu. Les clavettes sont, dans ce cas, à peu près inutiles.

Les roues jumelles, c'est-à-dire celles qui sont portées par un même essieu, doivent être exactement du même diamètre.

On pourrait admettre une différence de diamètre dans les roues portées par des essieux différents; toutefois il convient d'exiger que toutes les roues sans exception soient rigoureusement du même diamètre, afin que des roues fixées sur un essieu puissent servir, au besoin, comme roues de rechange pour d'autres essieux.

Il importe que la conicité des roues soient bien telle que l'ingénieur l'a prescrite, et qu'elle soit exactement la même pour toutes les roues.

Un seul et même gabarit en tôle (fig. 478) peut servir à mesurer

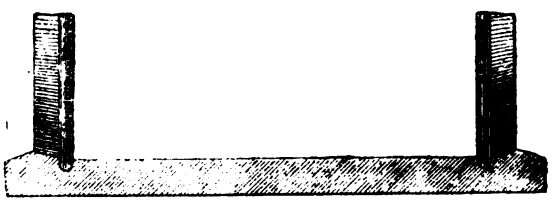


Fig. 478. — Gabarit pour le calage des roues.

l'inclinaison des jantes et à constater que l'écartement des roues jumelles est invariable.

Les roues en fer montées sur leurs essieux, avec bandages ordi-

naires de bonne qualité, valent aujourd'hui 0f. 65 le kilogramme.

Une boîte à graisse, avec les fusées très-grandes, vaut actuellement de 25 à 30 francs.

Ressorts. — La bonté des ressorts dépend essentiellement de la qualité de l'acier employé, du choix judicieux des formes et de leur bonne exécution. La construction des ressorts étant maintenant concentrée dans quelques maisons importantes et offrant des garanties sérieuses, l'ingénieur devra se borner à fixer les conditions de flexibilité, de charge et de longueur à remplir par chaque ressort, et à imposer aux fabricants des pénalités assez sévères pour le cas de mauvaises fournitures. Les ressorts en acier fondu se vendent aujourd'hui à Paris 0f. 85 le kilogramme. Il n'y a pas dix ans que ceux en acier corroyé valaient 2f. 40.

On essaye les ressorts en les redressant à froid au moyen d'une presse. Ils doivent, quand ils sont ensuite abandonnés à eux-mêmes, reprendre leur forme primitive, à peu de chose près, lors d'une première épreuve, rigoureusement lors des épreuves suivantes.

Caisses. — S'il convient, pour toute espèce d'objets, de choisir un fabricant qui non-seulement s'engage à les fournir de première qualité, mais qui soit en état de remplir ses engagements, cela est surtout essentiel pour la confection des caisses de voitures.

Nécessité d'employer des bois bien secs. — La parfaite siccité des bois étant une des premières conditions du bon établissement du matériel, c'est aux carrosseries pourvues de dépôts anciens et considérables que l'on doit exclusivement s'adresser pour cette construction.

Malheureusement les délais de livraison sont en général si courts et les échantillons de bois varient tellement d'un matériel à un autre, que cette condition est rarement remplie.

Caractères des bois secs. — Le bois sec se reconnaît surtout au poids et aussi un peu à la vue. Une sciure légère, fine et poudreuse, est un indice assez certain de siccité. On peut encore apprécier la siccité des bois par le simple toucher d'une poignée de copeaux.

Le chêne, le frêne, l'orme et le grisard doivent avoir de trois à quatre ans de coupe.

On ne se sert guère de noyer que pour les panneaux des voitures de particuliers. C'est un bois qu'il est très-difficile de se procurer suffisamment sec.

Il faut qu'il ait cinq ou six ans au moins d'abatage.

Au chemin d'Aix-la-Chapelle, on a employé, pour la construction des voitures, des bois d'une année de coupe seulement séchés à la vapeur ; mais le bois ainsi préparé perd toujours de sa ténacité.

Les bois doivent être débités en plateaux le plus longtemps possible avant d'être mis en œuvre.

Il est dit dans le cahier des charges du chemin de l'Est pour la construction des wagons : les bois doivent avoir trois années de coupe au moins, dont six mois au moins de débit en plateau. Dans cet état de sécheresse et six mois avant la construction des wagons, ces plateaux seront réduits aux dimensions voulues suivant celles indiquées par les plans de la Compagnie.

Il est dit aussi dans le même cahier des charges : tous les tenons devront entrer à frottement très-dur dans les mortaises. On ne tolérera aucune tôle ou remplissage. Les tenons recevront, ainsi que les surfaces intérieures des mortaises, avant l'assemblage, une bonne couche de couleur à l'huile de lin. Les faces de jonction de toutes les autres parties qui reçoivent ces ferrures seront également enduites d'une forte couche de peinture à l'huile.

Il convient enfin de laisser les voitures montées en blanc exposées à l'air pendant un certain temps, avant de poser la peinture. L'ingénieur doit d'ailleurs exiger qu'elles lui soient présentées d'abord dans cet état, afin qu'il puisse en reconnaître aisément les défauts.

Nature des bois. — Pour les châssis, on emploie le bois de chêne; pour le bâti des caisses, les brancards, les pavillons, les montants, le chêne, le teak, ou le frêne ; pour les parcloses et les dossiers, on se sert de grisard, espèce de peuplier blanc de Hollande ; pour l'impériale, du même bois ou du sapin.

Quelquefois on emploie le hêtre pour les montants et battants de portières, mais c'est un bois qui exige des soins tout particuliers pour ne pas s'échauffer avant d'être sec. Le meilleur bois pour les

châssis de fenêtre est le hêtre. L'acajou se fend trop facilement lorsqu'il n'est pas très-épais.

Depuis quelques années on a, sur certains chemins, remplacé les panneaux en tôle par des panneaux en bois de *teak*, espèce de bois d'acajou. Le teak a sur les autres bois l'avantage de ne pas se fendre et de permettre le remplacement de dix à douze couches de peinture par une seule couche de vernis. Mais il est coûteux.

Tôle employée pour les panneaux. — La tôle des panneaux n'a souvent qu'un demi-millimètre d'épaisseur. Au chemin de Strasbourg à Bâle, toutefois, on a trouvé que, le dressage de la tôle mince valant plus que la matière, il y avait économie à employer des tôles de plus d'un millimètre.

La tôle préférée à Paris pour les panneaux est de l'espèce dite tôle anglaise dans le commerce de 1^{mm} 1/4.

Depuis quelque temps on emploie pour le panneautage des wagons des tôles plombées et zinguées. Cette préparation a pour objet d'augmenter la durée de la peinture et des tôles.

Peinture des caisses. — Les caisses de voitures sont ordinairement recouvertes de cinq à sept couches d'apprêt ; d'une couche de gris, de deux couches de teinte, d'un glacis à la laque carminée, de deux couches de vernis à polir et de deux couches de vernis à finir.

Il est très-important de ne poser une nouvelle couche de peinture que lorsque celle qu'elle doit recouvrir est déjà parfaitement sèche.

Le temps nécessaire pour sécher chaque couche est très-variable : il dépend de la saison et de l'exposition des ateliers, qui, en tous cas, doivent pouvoir être chauffés par des calorifères.

La peinture ne peut être bonne qu'autant que la céruse qui en forme la base est de première qualité.

Il faut aussi que la peinture proprement dite soit convenablement choisie. Ainsi le vert-de-gris est préféré au vert de Schéele ; pour les teintes jaunes, on emploie le jaune de chrome, soit orangé, soit jaune clair ; pour toutes les teintes bleues, le bleu de Prusse ; pour les teintes brunes, le rouge de Van Dyck mélangé, suivant les teintes, de noir d'ivoire, de terre d'ombre ou de terre de Cologne, avec jaune d'ocre ou terre de Sienne.

On peut exiger du fabricant qu'il garantisse que la peinture des voitures se conservera pendant huit mois au moins sans gerçures.

Il est dit dans le cahier des charges pour les wagons du chemin de fer de l'Est : la peinture sera faite avec le plus grand soin. La composition des couleurs sera donnée par l'ingénieur en chef de la Compagnie, et il sera fourni un panneau d'échantillon pour déterminer la teinte. Dans la construction des wagons est comprise la peinture des trains et de toutes leurs ferrures, qui sera faite au noir d'ivoire poli pour les brancards du châssis et parties apparentes. Le dessous de la caisse sera peint d'une couche de gris à l'huile, puis une couche de noir de fumée à l'huile.

Il importe, pour que le fabricant ait le temps de débiter et de laisser sécher les bois et les couches de peinture, que les voitures soient commandées six mois d'avance au moins.

Il convient aussi que les voitures soient fabriquées, s'il est possible, plutôt en été qu'en hiver.

Les voitures en bois de teak sont seulement vernies ; c'est là un grand avantage, car, quand elles entrent en réparation, les voitures en bois ordinaire et tôle exigent souvent plus de temps pour les raccords de peinture que pour la réparation proprement dite.

Nature des fers. — Les ferrures du châssis doivent être de bonne qualité ; mais il n'est pas indispensable que toutes les pièces soient en fer fabriqué au charbon de bois et au marteau, comme l'exige le cahier des charges pour les voitures de plusieurs chemins de fer. Il serait tout au plus nécessaire d'imposer cette condition au fabricant pour la partie des ferrures la plus exposée à la fatigue.

Les chaînes d'attelage doivent être en bon fer à câble.

Nature du crin et quantité. — La quantité de crin pour chaque caisse d'une diligence peut être réduite à 55 ou 60 kilogrammes, moyennant certaines dispositions intérieures qui consistent à soutenir la garniture par de fortes toiles tendues énergiquement.

Le crin doit être de première qualité, coûtant de 3 f. 50 c. à 4 f. le kilogramme à Paris.

Dans les voitures de 2e classe, on remplace quelquefois en grande partie le crin par des étoupes ou du crin végétal.

Draps. — Sur plusieurs chemins des environs de Paris, le drap

que l'on a préféré pendant longtemps pour garnir les diligences est le drap d'Elbeuf bleu bien serré, coûtant de 12 à 14 francs le mètre. Ce drap est sujet à blanchir.

Maintenant on emploie de préférence le drap noisette, dont la couleur est plus agréable, moins sujette à s'altérer, et dont le prix n'est que de 11 à 12 francs le mètre.

Réception définitive. — La réception définitive des voitures ou wagons n'a lieu, au chemin de l'Est, qu'après un parcours effectif de 4,000 kilomètres en service ordinaire, lequel devra être fait dans un délai de quatre mois, sauf le cas de grandes réparations nécessitées par des vices de construction.

FIN DU DEUXIÈME VOLUME

TABLE ANALYTIQUE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE DEUXIÈME VOLUME

CHAPITRE VII. — ÉTABLISSEMENT DE LA VOIE.

Description 1
Rails et accessoires 1
Préférences à accorder aux traverses sur les dés en pierres 1
Opinion des ingénieurs bavarois sur l'emploi des dés en pierres 3
Nature des bois employés pour traverses en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, en Suisse et au Mexique 5
Forme des traverses 5
Nature du métal pour les rails 6
Préférence accordée au fer sur la fonte 6
Forme des rails 7
Rails à bandes plates (cornières) 7
Rails en fer méplat 7
Déformation rapide de ces rails 8
Rails à champignon 8
Rail Coste 9
Rails renforcés du chemin de Versailles (rive gauche) 10
Rails à patins (américains-Vignolles) 10
Rail Barlow 11
Rails en bois et fer. — Rails à plates-bandes 12
— américains à longerons 12
— Brunel (bridge-rail) 12
Comparaison des différentes espèces de voie 13
Rails en fer méplat 13
Rails à simples et doubles champignons 13
Opinions diverses sur les avantages respectifs des rails à double et à simple champignon 13
Rails à patins 18
Procédé employé pour empêcher la marche des rails à patins sur les chemins du Nord et de l'Est 20

Opinion des ingénieurs bavarois sur les avantages respectifs des rails à coussinets et des rails à patins. 21
Avantages que présentent les rails à patins. 22
Abandon du rail Coste. 23
Raisons qui ont fait abandonner le rail Barlow. 23
— — — les rails en bois et fer. 24

Détails sur l'établissement de la voie. 26
Assemblage du rail et du coussinet. 26
Serrage du rail dans le coussinet à l'aide de clefs en fer ou de coins en bois. 26
Abandon des clefs en fer. 26
Assemblage du coussinet et de la traverse. 27
Sabottage de la traverse. 27
Formes de la chevillette. 27
Chevilles en bois. 28
Motifs qui les ont fait abandonner. 28
Vis à bois employées par les chemins de l'Ouest pour fixer les coussinets. . . 28
Assemblage des rails à patins et des traverses. 29
A l'aide de boulons ou de vis à bois, le plus souvent à l'aide de crampons à talons en fer forgé. 29
Inconvénients que présentent les crampons. 29
— — les vis. 29
Opinion de M. Maniel à cet égard. 30
Plaques interposées aux joints. 31
Motifs qu'allègue M. Maniel pour les conserver. 31
Désaccord qui existe entre les ingénieurs sur la nécessité de ces plaques. . . 33
Assemblage des rails Brunel. 33
A l'aide de boulons à écrous, de crossettes en fer forgé ou de crapauds en fonte avec vis en bois. 33
Différentes variétés de coussinets. 33
Leur inclinaison. 34
Leur poids. 36
Éclisses. 36
Éclisses ordinaires pour rails à patins ou pour rails à champignons. 36
Sur traverses ou en porte-à-faux. 36
Coussinet à éventail. 37
Éclisses cornières employées en Westphalie, et sur le chemin Rhenan avec ou sans platines de joint. 37
Coussinet-éclisse de MM. Grenier et Goschler. 37
Éclisse Desbrière. 38
Influence de l'éclisse sur le profil du rail. 39
Influence de la position du joint. 40
Opinion de MM. Couche et Desbrière. 40
Influence de la section des éclisses. 42
Nombre et dimensions des boulons. 43
Forme des boulons. 43
Comparaison des divers éclisses systèmes. 44
Forme et dimensions des rails. 47
Rayon de bombement du champignon. 47
Largeur du champignon. 49
Inclinaison de la gorge. 49

Dimensions du bourrelet dans les rails à simple champignon. 50
Section des rails. 50
Rails en fonte d'égale résistance. 51
— ondulés en fer forgé. 51
— à arêtes parallèles. 52
Joints des rails. 52
Longueur des rails. 52
Poids, écartement et dimensions des rails. 53
Durée des éléments de la voie. 55
Opinion erronée sur la durée des rails. 55
Durée des rails sur les chemins anglais. 55
— — — belges. 55
— — — français. 55
— — sur le chemin du Nord. 56
Note empruntée aux mémoires de M. Brame sur la voie du Nord. 56
Durée des rails sur le chemin de Rouen. 59
Durée des rails sur les chemins d'Alsace. 59
Durée probable des rails sur les grandes lignes. 60
Influence de la vitesse sur la durée des rails. 60
Durée des traverses. 61
— des coins. 61
— des coussinets et des chevillettes. 61
— des accessoires de la voie. 62
Variations dans la durée des rails et des traverses. 62
Travail de réfection de la voie au chemin de l'Est. 62
Rapport de l'ingénieur en chef de l'entretien. 62
Tableau du prix de réfection pour 1 kilomètre de voie. 65
Classement de la dépense pour réfection des voies. 66
Opinion de Robert Stephenson sur la réfection des voies. 66
Préparation des bois. 68
Préparation par divers réactifs. 68
— par le procédé Boncherie. 69
— — Payne. 70
Supériorité du procédé Boucherie. 70
Opinions de MM. Alquié et Couche sur ce procédé. 70
Préparation par le procédé Fleury-Légé et Pieronnet. 71
Dépenses de préparation par mètre cube. 74
Traverses en chêne écorcé sur les chemins allemands. 74
Opinion des ingénieurs bavarois. 74
Nouveaux systèmes de voies. 75
Systèmes de plateaux-coussinets. 75
Système des cloches en fonte du chemin d'Alexandrie au Caire. 77
Systèmes variés de Samuel, de Hoby, etc. 78
Rails employés aux États-Unis. 79
Système Pouillet. 80
— Barberot. 82
Voie des chemins à traction de chevaux. 85
Rails des chemins américains. 85
Poids de ces rails. 85
Longueur des rails en fonte. 87

Largeur de la voie. 87
Écartement d'axe en axe des voies juxtaposées. 87
Longueur de rails en fer laminé. 87
Mode de fixité sur les longerons. 87
Dimensions des longerons. 88
Construction de la chaussée. 90
Prix du pavage en fonte par mètre carré. 90
Rails des chemins français, système Loubat. 91
— — — Henry. 92
— — — à roues à jantes creuses de Galy-Cazalat. 92
Chemins de fer dans les mines. 93
Largeur de la voie. 93
Forme et poids des rails. 94
Prix d'établissement des voies ferrées souterraines. 94
Cahier des charges. 94
Leur importance. 94
Cahier des charges de la Compagnie de l'Est. 95
Conditions imposées. — Gabarits des rails. 96
Poids des rails. 96
Longueur des barres. 96
Coupe des bouts et dressage. 97
Composition des paquets et laminage. 97
Épreuve des rails. 97
Garanties. 98
Marques en relief. 98
Réception provisoire et définitive. 99
Surveillance à l'usine. 99
Interdiction de céder tout ou partie du marché. 99
Jugement des contestations. 99
Cahier des charges des autres Compagnies. 99
Conditions de fabrication au chemin du Nord. 99
— — — de l'Ouest. 100
Rails en fer nos 1 et 2. 101
Rails en fer puddlé. 101
Conditions de fabrication au chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. 102
Conditions de fabrication au chemin du Midi. 102
Conditions de la garantie aux chemins du Nord et de l'Ouest. 102
— — — du Midi. 102
— — — de Paris Lyon-Méditerranée. 102
Cahier des charges des chemins allemands. 102
— — — lombardo-vénitiens. 105
— — — belges de l'Etat. 105
Observations sur les divers cahiers de charges. 105
Forme et durée du délai de garantie. 107
Épreuves à faire subir aux rails. 108
Jugement des contestations. 108
Interdiction du droit de rétrocession 109
Des procédés de fabrication. 109
Fabrication des rails en fer puddlé au Phénix. 111

Fonte employée. 111
Composition du paquet. 112
Utilité du martelage des trousses. 112
Cassure des rails du Phénix. 113
Soudure du fer puddlé grenu au fer puddlé nerveux. 113
Fabrication des rails en fer puddlé en Prusse. 113
— — — en Belgique. 114
— — — en France. 114
Fonte pour rails en fer puddlé. 115
Fabrication des rails en fer de deux natures à Styring-Vendel. 115
Nature de la fonte. 115
Dimensions et composition des trousses. 116
Réchauffage de la trousse. 116
Coupage des rails. 116
Essais. 116
Cassure des rails Vignoles en France. 117
Dimensions des trousses. 117
Laminage. 118
Épaisseur des couvertes. 120
Essais divers faits en Angleterre et en Belgique pour la fabrication des rails en fer puddlé. 121
Cahier des charges pour les coussinets. 121
Nature et résistance des fontes. 122
Épreuves. 122
Cahier des charges pour les chevillettes. 122
— pour les coins. 123
— pour les traverses. 123
— pour la fourniture du ballast. 125
Conditions générales. 127
Pose de la voie. 127
Opinion de M. Maniel sur l'accident de Fampoux. 128
Instruction pour la pose des voies en Bavière. 128
Passages à niveaux, barrières, clôtures et contre-rails. 132
Passages à niveaux. 132
Instructions bavaroises relatives aux passages à niveaux. 134
Barrières. 134
Clôtures. 136
Contre-rails. 137

CHAPITRE VIII. — ACCESSOIRES DE LA VOIE, CHANGEMENTS ET CROISEMENTS DE VOIE; PLAQUES TOURNANTES, CHARIOTS DE SERVICE, GRUES HYDRAULIQUES ET SIGNAUX FIXES.

Accessoires de la voie, changements et croisements de voie. 139
Emplacement des changements, croisements et traverses de voie. 139
Changement à rails mobiles. 140
— à contre-rails. 141
— à aiguilles effilées. 142
Avantages et inconvénients des différents systèmes. 142
Ancien changement de voie de Saint-Germain. 144

Ancien changement de voie des chemins belges et d'Orléans. 144
Changement de voies pour terrassement. 146
Ancien changement de voie du chemin de Versailles (rive gauche). 146
Changement de voie de Stephenson à une seule aiguille. 146
— de voies à deux aiguilles. 148
— Wyld à aiguilles inégales. 149
— — égales. 151
Leviers de changement de voie des chemins de l'Est et d'Orléans. 152
Observations par M. Couche sur les signaux manœuvrés par les leviers de changement de voies en Allemagne. 153
Changements pour trois ou un plus grand nombre de voies. 154
Changements à rails mobiles et à aiguilles. 154
Changement Poiret. 157
Observations de M. Brame sur le glissement des aiguilles Vignoles et les inconvénients qui en résultent. 157
Moyens employés pour arrêter le glissement des aiguilles Vignoles. 158
Éclissage des aiguilles. — Modifications des coussinets spéciaux par suite de cet éclissage. 158
Croisement de voies. 159
Cœur et pattes de lièvre. 160
Croisements en fonte. 162
— français. 162
— — anglais et allemands. 162
Changement et croisement Richardson 162
Croisements à patte de lièvre mobile. 162
— bavarois. 162
— belges. 163
Ancien changement et croisement d'Asnières. 163
Croisement pour voies de terrassement. 164
Traversées de voies. 165
— — en rails Vignoles. 167
Emploi de l'acier ou du fer aciéreux dans la fabrication des changements de voies. 168
Tracé des changements et croisements de voies. 169

Plaques tournantes. 171
Plaques à une seule voie. 171
— à deux voies en croix. 171
— à trois voies en exagones. 172
Plaque unique desservant plusieurs voies parallèles. 173
Traverse tournante pour terrassements. 173
Diamètre des plaques. 173
Plaques diverses. 174
Petite plaque du chemin de Strasbourg. 174
Galets arrondis des anciennes plaques. 177
Disposition des galets. 178
Plaques reposant sur l'axe des galets. 179
Anciennes plaques du chemin d'Orléans à Bordeaux. 179
Modes divers de construction du plateau mobile. 180
— de la partie fixe. 180
Ancienne plaque du chemin de Saint-Germain. 180

Plaques de 6 mètres du chemin de Strasbourg. 180
— du Nord, de Lyon et de Strasbourg à Bâle. 182
— des chemins de fer d'Orléans et de l'Ouest. 182
— du chemin du Midi. 183
— en bois du chemin de Versailles (rive gauche). 183
— en tôle. 185
— à colonnes de petit diamètre. 184
— servant de pont à bascule. 184
— autres systèmes divers. 185
— de grand diamètre pour locomotives et tenders. 186
Grande plaque de la remise de Derby. 187
Grande plaque modèle belge. 187
Plaques françaises du modèle belge modifié. 188
Grande plaque actuelle de l'Est. 188
— du Centre suisse. 190
— de Lyon, du Nord, de l'Ouest et d'Orléans. 190
— allemandes à voies croisées. 190
Plaques à colonnes de grand diamètre. 192
Ponts tournants ou plaques tournantes de grand diamètre du chemin du Nord. 192
Changements apportés dans la construction des plaques de 4m,20 et 3m,40 de diamètre. 195
Modifications apportées aux plaques de 12 mètres. 197
Fondations en bois et modifications dans la distribution du métal. 200
Conséquences tirées de la comparaison des différents systèmes de plaques. . 200
Plaques manœuvrées par une machine à vapeur. 201
Chariots de service. 201
Chariot à fosse profonde. 202
— — de petite profondeur. 202
— mus par la vapeur. 203
— sans interruption de voie. 203
— hydraulique. 203
— de Lyon. 205
— anglais. 206
— Dünn. 206
— du chemin de l'Est. 206
— — de l'Ouest. 207
— des chemins suisses 208
— — allemands. 208
Grues hydrauliques. 209
Ancienne grue à bras mobiles. 209
Grue avec boyaux en toile. 209
Grue-réservoir. 210
Signaux fixes, objets et construction des signaux. 212
Manœuvres de Lyon. 216
— Robert. 218
Nouvelles manœuvres de l'Est. 220
Transmission de mouvement. 222
Disque Limouse. 224
Trembleur électrique. 225

Appareil Marcqfoy. 227
Signal Vérité. 227
Signaux du Nord. 231
Lanterne fixe ou mobile. 231
Nouvelle manœuvre Robert du chemin du Nord. 232
Appareils allemands. 234

CHAPITRE IX. — De la disposition des gares.

Introduction. 236
Classification des gares ou stations. 236
Distribution du chapitre. 237
Gares extrêmes. 237
Partie consacrée au service de la grande vitesse. 237
Composition de cette partie considérée dans son ensemble. 237
Composition. 237
Subdivision de la gare. 238
Surfaces couvertes. 238
Abri pour les voyageurs. 239
— voitures. 239
Parties couvertes en Belgique. 239
Emplacements divers du bâtiment des salles d'attente. 239
Gare du chemin de Versailles (rive gauche), à Versailles. 240
Ancienne gare du chemin de fer du Nord à Paris. 240
Gare des voyageurs du chemin de l'Est à Paris. 240
Voies de départ et d'arrivée. 241
Nouvelle gare du Nord à Paris. 242
Gare du chemin de fer de Londres à Derby. 243
— — de Paris à Versailles (rive droite), à Versailles. 244
Cour de départ et d'arrivée. 244
Utilité des plaques tournantes. 244
Dégagement de la locomotive. 244
Service sur les chemins de banlieue. 246
Contrôle des billets. 247
Voies de service. 247
Voies de remisage. 247
Remises à l'extrémité de la gare. 247
Gare de Paris à Orléans. 248
Voies couvertes. 248
Nombre de voies de service. 248
Gare des voyageurs du Great-Western à Londres. 249
— du Great-Northern à Londres. 250
Beauté des gares très-larges. 251
Écartement des voies de service. 251
Ancienne gare du chemin de Versailles (rive gauche), à Paris. 251
Disposition des plaques. 251
Dimension des plaques. 252
Substitution des chariots aux plaques. 252
Gare de Victoria-Station à Londres. 253

Trottoirs intermédiaires. 253
Trottoir transversal 254
Chargement des chaises de poste et voitures particulières. 254
— des caisses de diligences. 255
Utilité des heurtoirs. 255
Comparaison des différentes dispositions de gares. 255
Bâtiment sur le côté. 256
Disposition des bâtiments sur différentes lignes. 257
Gare de l'Ouest (rive droite, à Paris). 258
Bâtiment en tête de la gare. 259
— au milieu de la gare. 260
Comparaison des différents modes de manœuvre. 261
Composition de la gare au delà des trottoirs. 262
Disposition des changements de voie. 262
Séparation des différents services. 264
Ancienne gare de Bricklayers. 264
Emplacement des remises de locomotives et des ateliers. 264

Composition de la partie de la gare consacrée à la grande vitesse considérée dans ses détails. 265

Bâtiments des voyageurs et annexes. 265
Composition des bâtiments de voyageurs. 265
Bureau pour la distribution des billets. 267
— pour l'inscription des bagages, et salles de dépôt. 268
Bureaux de la messagerie. 269
Bureau de réclamation. 269
Salles d'attente. 269
Bureaux divers. 272
Service des bagages et de la messagerie. 272
Bagages au départ. 273
Disposition du chemin de Lyon à Paris. 274
— — d'Orléans. 274
— — de l'Est. 274
Bagages à l'arrivée. 275
Messageries au départ. 276
— à l'arrivée. 276
Douanes. 276
Marchandises à grande vitesse. 277
Bureaux de l'administration. 277
Trottoirs. 279
Halle du Great-Northern à Londres. 280
Observation sur la manière d'éclairer la halle couverte. 281
Sol sous la halle. 281
Bâtiment-type. 281
Gare du chemin de fer de Paris à Lyon (à Paris). 282
Composition et disposition des remises de voitures. 284
— — — de locomotives. 285
Remise polygonale. 285
— en fer à cheval. 287
Grande remise en fer à cheval de Lisbonne. 287
Demi-rotondes et remises rectangulaires. 288

Comparaison des différentes remises de locomotive. 289
Remise rectangulaire de Blesme. 289
— de Bar-le-Duc. 289
Détails de construction des remises de locomotives. 293
Remise polygonale des Ardennes. 294
Grande remise de locomotives de Gateshead. 295
Conditions que doivent remplir les remises de locomotives. 297
Voies de service. 297
Réservoirs de diverses espèces. 298
Réservoir rectangulaire. 300
— circulaire. 301
Magasin de coke. 303
Partie consacrée au service de la petite vitesse. 303
Composition de cette partie considérée dans son ensemble. 303
Bâtiments pour le service des marchandises 303
Halles parallèles, halles perpendiculaires. 304
Avantages des halles parallèles. 304
Gare du chemin de l'Ouest à Batignolles, service des marchandises et de la traction. 305
État comparatif du travail effectué dans les gares de marchandises des principales lignes de chemins de fer, non compris le chemin de ceinture. . . 308
Tableau donnant la décomposition du tonnage et des dépenses de manutention des gares de Bercy et de Lyon-Vaise. 309
Tableau des surfaces de quais, de la surface occupée par jour et par terme, du poids manutentionné par homme et par jour et des wagons manœuvrés dans les gares de Bercy et de Lyon-Vaise. 309
Disposition des bâtiments et annexes consacrés au service des marchandises considérés dans leurs détails. 310
Disposition intérieure des halles. 310
Gare des marchandises du Great-Western. 311
— — du Great-Northern. 312
— du chemin de fer du Nord à la Chapelle. 314
— — de Berlin à Hambourg à Berlin). 315
Monte-charges. 316
Premiers appareils construits par M. Amstrong. 316
Appareils dans lesquels l'eau n'est que l'intermédiaire entre la puissance motrice et les opérateurs. 316
Accumulateur. 317
Application aux gares. 317
Puissance des grues et monte-charges. 318
Conduites à préserver contre la gelée. 319
Monte-charges de l'Ouest. 319
— de M. Baude. 319
— de M. Flachat. 320
Gares intermédiaires. 320
Composition et disposition des stations intermédiaires considérées dans leur ensemble. 320
Classification. 320
Disposition des voies. — Position des aiguilles. 322
Disques-indicateurs des aiguilles. 323

Disposition des voies aux stations des chemins à une voie. 323
Voies de garage. 324
Heurtoirs mobiles. 324
— fixes. 325
Coupements de voie. 325
Gare de Château-Thierry. 326
Voies principales. 326
Gare de Windsor 326
Dispositions pour éviter la traversée des voies. 327
Disposition au chemin d'Auteuil 327
Plan de la station et du bâtiment de la porte Maillot. 328
Coupe de la même station. 328
Disposition sur les chemins allemands. 328
Station avec trottoir entre les voies. 329
Stations intermédiaires du chemin de l'Ouest (section de Cherbourg). . . . 329
— pour un nouveau réseau étranger. 329
Première disposition. 331
Seconde disposition. 332
Stations du Midi. 335
— du Nord. 337
Station de Cambrai. 338
— de Chocques. 338
Stations intermédiaires, hors classe. 339
Gare de Metz. 339
— de Lyon-Vaise. 340
Gares d'embranchement. 341
Gare de Vendenheim. 341
— de Frouard. 342
Gares d'embranchement d'un nouveau réseau étranger. 344
Gare de Blesme. 347
— de Belfort. 347
— du Mans. 349
— d'Olten. 351
Gares d'Ulm et d'Augsbourg. 354
Gare de Swindon. 354
Stations intermédiaires en Amérique. 355
Gare des voyageurs du Niagara. 355
— de Baltimore, à Ohio. 355
Emplacement du bâtiment des stations intermédiaires. 356

Composition et disposition des stations intermédiaires considérées dans leurs détails. 357
Composition des stations de 1re classe. 357
Embarcadères pour chevaux et chaises de poste. 357
Halles pour marchandises. 357
Estacades pour le charbon de terre. 357
Cour de service. 358
Buffets. 358
Urinoirs et latrines. 358
Composition des stations de 2e classe. 359
Bâtiment pour les douanes. 360

Composition des stations d'embranchement. 360
Signaux. 360
Marquises et abris. 360
Abris de Nantes à Châteaulin. 361
Marquises d'Épernay, Blesme, etc. 363
Fossés à piquer le feu. 364
Composition et distribution intérieure du bâtiment principal des stations et des bâtiments annexes. 364
Distribution du bâtiment. 365
Bâtiment des voyageurs de Château-Thierry. 365
Station intermédiaire de 1re classe du chemin de Metz à Thionville. 366
— de 3e classe du même chemin. 366
— intermédiaire de 1re classe du chemin du Nord (1er modèle). 366
— — — — du Midi — 366
— — de 2e classe — — — 366
— de 1re classe du chemin de l'Est (Meaux). 367
— de 2e classe — (Lagny). 368
— de Chelles — 369
— de Champigny. — 370
Stations de l'Ouest (ligne de Cherbourg), 1re classe. 371
— — 2e — 372
— — 3e — 372
— — 4e — (gare de passage). 373
Bâtiment annexe de gauche, 1re classe, 1er type. 373
— de droite, — — 373
Abris, 1er type. 374
— 2e type. 374
Chemin de Bologne à Ancône, 1re classe. 374
— — — 2e — 375
— — — 3e — 375
— — — 4e — 375
Bâtiment de station de 1re classe d'un nouveau réseau étranger. 376
— de 2e — — — 377
— de 3e — — — 377
— de 4e — — — 377
Chemin de fer de Paris à Tours, par Vendôme, station de 1re classe. 378
— de Nantes à Châteaulin, station de 2e classe. 378
— — — de 4e — 378
— de l'Ouest (nouveau réseau), 1re classe. 379
— — — 3e — 379
— — — 4e — 380
— du Nord — 1re — 380
— — — 3e — 381
— — — 4e — 381
— de la Méditerranée, 2e classe. 382
— — 3e — 382
— — 4e — 382
— de Paris à Lyon, par le Bourbonnais, 1re classe. 383
— — — 2e — 384
— — (embranchements), 3e — 384

Chemin de fer de Paris à Lyon (embranchements), 4e classe. 385
— — — 5e — 385
— du Midi (nouveau réseau), 1re classe. 385
— — — 2e — 385
— — — 3e — 386
Maison de garde, salle d'attente ou stations du dernier type de l'Est. . . . 386
Observations sur les plans des stations intermédiaires. 386
Avantages et inconvénients respectifs des différentes dispositions. 388
Hangars à bagages du chemin du Bourbonnais. 392
Stations du chemin de Bologne à Ancône. 395
Stations des nouveaux chemins étrangers. 395
Stations de l'Ouest (nouveau réseau). 395
Stations du Nord. 395
Nouvelles stations d'Orléans 395
Station de Lyon-Méditerranée (réseau Sud). 395
Station de la bifurcation de Redon. 396
Stations du chemin de Lyon (embranchements). 396
Stations du chemin du Midi. 397
Dernières stations de l'Est. 397
Station au buffet d'Épernay. 397
Stations de l'Ouest (section de Cherbourg). . . . . .
Stations hors classe. 399
Plan du bâtiment des voyageurs de la gare de Metz. 400
Stations intermédiaires allemandes, belges et suisses. 400
Bâtiment des voyageurs de la gare de Gand. 401
— — de la station de Vilworde. 401
— — de second ordre des chemins de fer badois. 401
Station de Herzogenbuchsee 402
Stations en Amérique. 402
Station de Cincinnati. 403
Comble de la gare de Philadelphie. 403
Station du chemin de fer de l'Illinois central. 404
Bâtiment des douanes. 404
Buffets. 404
Disposition des halles à marchandises. 405
Construction des quais à marchandises. 406
Distribution d'un dépôt. 407
Dimensions d'ensemble des gares et stations. 407
Gares extrêmes. 408
Longueur de la gare des voyageurs et des halles couvertes. 408
Surfaces couvertes pour le service des voyageurs. 409
Surface des cours. 410
— couverte pour le service de la messagerie. 411
— — — du matériel dans les gares de voyageurs. . 411
— — — de la marchandise à petite vitesse. 411
— découverte pour le service des marchandises à petite vitesse. . . . 412
— des ateliers — du matériel dans les gares de marchandises. 412
Surface occupée par les voies. 413
Magasins. 414
Conséquences tirées de l'étude des dimensions des gares parisiennes. . . . 414

Nouvelle gare à voyageurs du Nord. 416
Dimensions des gares de voyageurs des chemins anglais à Londres. 420
Gares des chemins Great-Northern et Great-Western. 422
Dimensions des grandes gares à marchandises en Angleterre. 425
Gares extrêmes du Nord et du Midi à Bruxelles. 426
Stations intermédiaires hors classes et d'embranchements. 428
Gare de Pesth. 428
— de Valenciennes. 429
— de Vaise, à Lyon. 430
— de Malines. 430
Gares de Tours, Orléans, etc. 430
Gare de Nancy. 431
Gares d'Épernay, Montereau, Troyes, Creil et Blesmes. 432
Gare d'Ulm. 433
— de Strasbourg. 433
— de Metz. 434
— de Lille. 434
— de Boulogne. 434
— de Stuttgart. 434
— de Calais. 434
— de Juvisy. 435
Comparaison au point de vue des voyageurs et du matériel. 435
— — des marchandises. 436
Stations intermédiaires de 1re classe. 437
Surfaces couvertes par les marquises. 437
— occupées par les voies. 437
Stations des chemins de banlieue. 438
— intermédiaires de 2e classe. 439
— — de 3e classe. 440
— — de 4e classe. 440
Dimensions de détail. 441
Gares extrêmes. 441
Dimensions des salles de bagages au départ. 443
— — — à l'arrivée. 444
— — de messageries au départ. 445
— — — à l'arrivée. 445
— — de douane. 446
Récapitulation. 446
Comparaison des surfaces de départ et d'arrivée. 447
Salles d'attente. 447
Bureaux. 449
Quais à marchandises. 449
État des surfaces de quais nécessaires pour le dépôt et la manutention d'une tonne de certaine nature de marchandises. 449
Stations intermédiaires. — Stations primitives de l'Est. 450
Bâtiment. 450
Salles d'attente. 450
Pavillon central. 452
Bagages et messageries. 453
Bureau du chef de station. 455
— des billets. 455

Commissaire de surveillance. 455
Vestibule. 456
Lampisterie. 456
Latrines. 456
Quais à voyageurs. 456
Buffets. 456
Nouveaux types de l'Est. 457
Tableau des surfaces des nouveaux types. 457
Stations hors classe. 457
Tableau des surfaces de ces stations. 458
Résumé comparatif. 458
Chemin de l'Ouest. 458
Aménagements des gares intermédiaires au delà de Caen (service des voyageurs). 459
Voie, matériel et divers (service des marchandises) 461
Comparaison des stations primitives des chemins de l'Est, du Nord et du Midi. 463
Bâtiments. 463
Vestibules. 465
Salles d'attente. 465
Bagages. 466
Billets. 466
Chef de gare. 467
Bâtiments des stations récemment construites. 467
Salles d'attente. 469
— de bagages. 471
Bureaux des chefs de gare. 472
— des billets. 474
Vestibules. 475
Nouveaux chemins étrangers. 476
Ateliers. 477
Classification des ateliers. 477
Nécessité de grands ateliers sur les lignes à long parcours 477
Emplacement des ateliers de grande réparation 477
— des dépôts. 479
Composition des grands ateliers. 480
Conditions que doivent remplir les ateliers. 481
Charpente des ateliers. 483
Grues roulantes. 483
Outillage des grands ateliers. 483
Voies de fer dans les ateliers. 483
Surface des grands ateliers. 484
Dispositions des ateliers d'Épernay. 484
Maisons de gardes. 484
Maisons du chemin du Nord. 485
— — de l'Est. 485
— — de Lyon (embranchements). 487
— — de Lyon-Méditerranée (réseau Sud). 487
— — du Midi. 488
— — du Bourbonnais. 489
— — de l'Ouest. 490

Décoration architectonique des gares 492
Conditions que doit remplir l'architecture d'une gare. 492
Gare terminale de l'Est à Paris. 492
— — à Strasbourg. 493
— du Nord à Bruxelles. 493
— — à Paris. 493
— de Saint-Germain et Versailles (rive gauche). 494
— de Versailles, rive droite, à Versailles. 495
— de Metz. 495
— du chemin de Londres à Birmingham. 495
Architecture des stations intermédiaires. 497
Station de la porte Maillot, chemin d'Auteuil. 497
— badoise. 498
Gare de Fribourg, en Brisgau. 499
— de Sainte-Anne. ligne de Nantes, à Châteaulin (réseau d'Orléans). . . . 500

CHAPITRE X. — Des wagons ou voitures employés sur les chemins de fer.

Généralités. 502
Wagons à huit roues. 504
Châssis du chemin de fer de Rouen. 505
Châssis. 506
— du chemin de fer de Versailles (rive gauche). 506
Appareils de choc et de traction. Ressorts à boudins. 510
Ressorts en volute. 510
— Brown. 510
— en caoutchouc vulcanisé. 511
Châssis de wagons à marchandises. 512
Tampons secs. 512
Châssis double. 513
— du chemin de Londres à Birmingham. 513
— d'Orléans. 513
Ancien châssis belge. 516
— badois. 518
Châssis en fer. 518
Plaques de garde. 518
Ancienne plaque de garde du chemin de Strasbourg. 519
Plaque de garde en fer forgé. 520
Attelages. 520
Tendeurs ordinaires. 521
— Lassalle. 522
Chaînes de sûreté. 523
Dimensions des attelages. 523
Ancien crochet mobile du chemin de Rouen. 524
— — — de Saint-Étienne. 524
Suspension. 525
Position des ressorts. 525
Ressorts des voitures à voyageurs. 525
Mode de suspension fixe. 526

Suspension avec vis de rappel. 526
Autre mode de suspension fixe. 527
Supports avec vis de pression. 327
Disposition de ressorts du Nord. 527
Nature du métal des ressorts. 527
Boîtes à graisse à huile. 528
Boîtes à graisse du chemin de l'Est. 528
Boîtes à huile. 530
Anciennes boîtes de Saint-Étienne à Lyon. 530
Boîte américaine. 530
Ancienne boîte du chemin de Bâle à Strasbourg. 530
— — badoise. 532
Boîte wurtembergeoise. 533
— du chemin de Baltimore 535
Ancienne boîte de Cologne à Mindenn. 533
Boîte du chemin d'Orléans. 533
— — de Tours à Nantes 534
— Neesen. 536
Autre boîte (à huile) allemande 537
Boîte à huile du Nord. 537
— — de l'Est. 537
— Vallod. 540
— Dietz. 540
Nouvelle boîte de Dutz. 541
Boîte Decoster. 543
Comparaison de l'huile à la graisse. 544
Boîte Delannoy. 544
— Eugène Thetard. 545
— Pomme de Mirimonde. 546
— Proust. 548
— à rouleaux. 549
— à galets. 552
Roues. Généralités. 553
Roues en fonte. 553
— des wagons à terrassement. 553
— en fonte américaines. 554
— — allemandes. 555
— de Gruson. 557
— en fonte cerclées en fer. 558
— en fer à moyeux en fonte. 561
— en fer. 562
— Arbel. 563
— en bois et fer. 564
— à disques pleins. 564
— en fer, fonte et bois. 565
— pleines en acier fondu. 566
Bandages. 566
Attache du bandage à la roue. 567
Formes du bandage. 568
Essieux. 569
Cassure d'essieux. 570

Position des boîtes à graisse sur les essieux. 572
Caisses. 574
Nomenclature des voitures et wagons employés sur les chemins de fer. 574
Wagons de terrassements. 575
— à ballast. 577
— à houille. 578
— à coke. 578
— pour le charbon de bois. 579
— Maringottes. 580
— à chaises de poste. 580
— pour le transport des caisses de diligence. 580
— à marchandises. 580
Bâches. 582
Wagons à bestiaux. 585
— à lait. 585
— à chevaux. 585
— à bagages. 586
— pour le transport des grandes pièces de bois. 587
— de la poste. 587
— à voyageurs. Voitures françaises. 587
— voitures mixtes. 587
— à impériale. 590
Nombre de voyageurs par voiture. 590
Rapport du poids utile au poids mort. 592
Écartement des essieux. 594
Caisses. 595
Voitures anglaises. 597
— allemandes. 601
— américaines. 605
— mixte belge. 608
— pour les fumeurs. 609
— de luxe. 609
Trains impériaux. 609
Wagon Break-Suisse. 609
Voiture-salon belge. 612
— prussienne. 612
Freins. 615
Tableau indiquant les effets de l'arrêt subit d'un train. 615
Freins en Angleterre. 616
Nombre de freins par train en France. 617
— — en Prusse. 617
— — dans le Sud de l'Allemagne. 618
— — en Italie. 618
Inconvénients inhérents aux freins. 619
Classification des freins. 619
Freins ordinaires à sabots. 620
Ancien frein du chemin de Saint-Germain. 620
— — de Versailles (rive gauche). 620
Freins à sabots glissants. 622
Autre frein de l'Ouest. Ancien frein du chemin de Versailles modifié. . . . 623
Freins Bricogne. 625

Freins Newal. 628
— compensateurs. 631
— Lindner. 631
— Stilmant. 635
Nécessité de compenser l'usure des sabots. 636
Nature et usure des sabots en bois. 636
Essais faits au chemin de l'Est sur les sabots en métal. 636
Avantages respectifs des vis leviers et des crémaillères. 637
Frein à levier. 638
Distribution des freins dans les convois. 638
Frein Laignel. 639
— Didier. 639
— automoteur Guérin ancien système. 644
— — — nouveau système. 648
— — — perfectionné. 651
— — américains et allemands. 652
— Molinos et Pronnier. 652
Chaufferettes 655
Matériel articulé de M. Arnoux. 655
— primitif. 656
Position des essieux dans l'ancien système. 658
Matériel perfectionné. 659
Position des essieux dans le nouveau système. 662
Emploi du matériel articulé sur les chemins à courbes de grands rayons. . . 662
Nouveau graissage de M. Delannoy. 664
Nouveau wagon avec essieux libres ou fixes à volonté. 666
Roues folles essayées au chemin d'Orléans. 666
Cahier des charges pour la fabrication des voitures. 667
Essieux. 668
Coussinets. 669
Boites à graisse. 670
Roues. 670
Gabari pour le calage des roues. 671
Ressorts. 672
Caisses. 672
Nécessité d'employer des bois bien secs. 672
Caractères des bois secs. 672
Nature des bois. 673
Tôle employée pour les panneaux 674
Peinture des caisses. 674
Nature des fers. 675
Nature du crin et quantité 675
Drap. 675
Réception définitive. 676

FIN DE LA TABLE DU DEUXIÈME VOLUME.

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH. 1.

CABOT SCIENCE LIBRARY
CANCELLED
AUG 0 5 1998
CABOT
APR 3 0 1998
BOOK DUE
CABOT
CANCELLED
DEC 1 5 2006
FEB 0 6 2006
BOOK DUE

3 2044 044 834 000

This book should be returned
the Library on or before the last
stamped below.
A fine of five cents a day is incu
by retaining it beyond the speci
time.
Please return promptly.

DUE MAR 1 5 '40

3 2044 044 834 000